إنتاج الفراولة

صـورة الغـلاف: صنــف الفراولــة "اســتروبرى فســتفال Strawberry Festival" (Chandler وآخرون ٢٠٠٠ ب).

سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج الفراولة

تأليف
أ. د. أحمد عبدالمنعم حسن
أستاذ الخضر
كلية الزراعة – جامعة القاهرة

الطبعة الأولى
٢٠٠٢

الدار العربية للنشر والتوزيع

حقوق النشر

سلسلة محاصيل الخضر : تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة

إنتاج الفراولة

رقم الإيداع : ٢٠٠٢/١٥٩٤
I. S. B. N. : 977 - 258 - 174- 4

للدار العربية للنشر والتوزيع
٣٢ شارع عبــاس العقاد - مدينة نصر
ت : ٢٧٥٣٣٣٥ فاكس : ٢٧٥٣٣٨٨

مقدمة الناشر

يتزايد الاهتمام باللغة العربية فى بلادنا يومًا بعد يوم. ولاشك أنه فى الغد القريب ستستعيد اللغة العربية هيبتها التى طالما امتهنت وأذلت من أبنائها وغير أبنائها. ولا ريب فى أن امتهان لغة أية أمة من الأمم هو إذلال ثقافى فكرى للأمة نفسها؛ الأمر الذى يتطلب تضافر جهود أبناء الأمة رجالاً ونساءً، طلابًا وطالبات، علماء ومثقفين، مفكرين وسياسيين فى سبيل جعل لغة العروبة تحتل مكانتها اللائقة التى اعترف المجتمع الدولى بها لغة عمل فى منظمة الأمم المتحدة ومؤسساتها فى أنحاء العالم، لأنها لغة أمة ذات حضارة عريقة استوعبت - فيما مضى - علوم الأمم الأخرى، وصهرتها فى بوتقتها اللغوية والفكرية، فكانت لغة العلوم والأدب، ولغة الفكر والكتابة والمخاطبة.

إن الفضل فى التقدم العلمى الذى تنعم به أوروبا اليوم يرجع فى واقعه إلى الصحوة العلمية فى الترجمة التى عاشتها فى القرون الوسطى. فقد كان المرجع الوحيد للعلوم الطبية والعلمية والاجتماعية هو الكتب المترجمة عن اللغة العربية لابن سينا وابن الهيثم والفارابى وابن خلدون وغيرهم من عمالقة العرب، ولم ينكر الأوروبيون ذلك، بل يسجل تاريخهم ما ترجموه عن حضارة الفراعنة والعرب والإغريق، وهذا يشهد بأن اللغة العربية كانت مطواعة للعلم والتدريس والتأليف، وأنها قادرة على التعبير عن متطلبات الحياة وما يستجد من علوم، وأن غيرها ليس بأدق منها، ولا أقدر على التعبير.

ولكن ما أصاب الأمة من مصائب وجمود بدأ مع عصر الاستعمار التركى، ثم البريطانى والفرنسى، عاق اللغة عن النمو والتطور، وأبعدها عن العلم والحضارة، ولكن عندما أحس العرب بأن حياتهم لابد من أن تتغير، وأن جمودهم لابد أن تدب فيه الحياة، اندفع الرواد من اللغويين والأدباء، والعلماء فى إنماء اللغة وتطويرها، حتى أن مدرسة قصر العينى فى القاهرة، والجامعة الأمريكية فى بيروت درستا الطب بالعربية أول إنشائها. ولو تصفحنا الكتب التى ألفت أو تُرجمت يوم كان الطب يدرس فيهما باللغة العربية لوجدناها كتبًا ممتازة لا تقل جودة عن أمثلتها من كتب الغرب فى ذلك الحين، سواء فى الطبع، أو حسن التعبير، أو براعة الإيضاح، ولكن هذين المعهدين تنكرا للغة العربية فيما بعد، وسادت لغة المستعمر. وفرضت على أبناء الأمة فرضًا، إذ رأى المستعمر فى خنق اللغة العربية مجالاً لعرقلة الأمة العربية.

وبالرغم من المقاومة العنيفة التى قابلها، إلا أنه كان بين المواطنين صنائع سبقوا الأجنبى فيما يتطلع إليه، فتفننوا فى أساليب التملق له اكتسابًا لمرضاته، ورجال تأثروا بحملات المستعمر الظالمة، يشككون فى قدرة اللغة على استيعاب الحضارة الجديدة، وغاب عنهم ما قاله الحاكم الفرنسى لجيشه الزاحف إلى الجزائر: "علموا لغتنا وانشروها حتى نحكم الجزائر، فإذا حكمت لغتنا الجزائر، فقد حكمناها حقيقة".

فهل لى أن أوجه نداءً إلى جميع حكومات الدول العربية بأن تبادر - فى أسرع وقت ممكن - إلى اتخاذ التدابير، والوسائل الكفيلة باستعمال اللغة العربية لغة تدريس فى جميع مراحل التعليم العام. والمهنى، والجامعى، مع العناية الكافية باللغات الأجنبية فى مختلف مراحل التعليم لتكون وسيلة الإطلاع على تطور العلم والثقافة والانفتاح على العالم. وكلنا ثقة من إيمان العلماء والأساتذة بالتعريب، نظرًا لأن استعمال اللغة القومية فى التدريس ييسر على الطالب سرعة الفهم دون عائق لغوى، وبذلك تزداد حصيلته الدراسية، ويرتفع بمستواه العلمى، وذلك يعتبر تأصيلاً للفكر العلمى فى البلاد، وتمكينًا للغة القومية من الازدهار والقيام بدورها فى التعبير عن حاجات المجتمع، وألفاظ ومصطلحات الحضارة والعلوم.

ولا يغيب عن حكومتنا العربية أن حركة التعريب تسير متابطئة، أو تكاد تتوقف، بل تحارب أحيانا ممن يشغلون بعض الوظائف القيادية فى سلك التعليم والجامعات، ممن ترك الإستعمار فى نفوسهم عقدا وأمراضا، رغم أنهم يعلمون أن جامعات إسرائيل قد ترجمت العلوم إلى اللغة العبرية، وعدد من يتخاطب بها فى العالم لا يزيد عن خمسة عشر مليون يهوديا، كما أنه من خلال زياراتى لبعض الدول واطلاعى وجدت كل أمة من الأمم تدرس بلغتها القومية مختلف فروع العلوم والآدب والتقنية، كاليابان، وإسبانيا، وألمانيا، ودول أمريكا اللاتينية، ولم تشك أمة من هذه الأمم فى قدرة لغتها على تغطية العلوم الحديثة، فهل أمة العرب أقل شأنا من غيرها ؟!.

وأخيرا .. وتمشيا مع أهداف الدار العربية للنشر والتوزيع، وتحقيقا لأغراضها فى تدعيم الإنتاج العلمى، وتشجيع العلماء والباحثين فى إعادة مناهج التفكير العلمى وطرائقه إلى رحاب لغتنا الشريفة، تقوم الدار بنشر هذا الكتاب المتميز الذى يعتبر واحدا من ضمن ما نشرته - وستقوم بنشره - الدار من الكتب العربية التى قام بتأليفها أو ترجمتها نخبة ممتازة من أساتذة الجامعات المصرية والعربية المختلفة.

وبهذا .. ننفذ عهدا قطعناه على المضى قدما فيما أردناه من خدمة لغة الوحى، وفيما أرداه الله تعالى لنا من جهاد فيها.

وقد صدق الله العظيم حينما قال فى كتابه الكريم: **﴿ وقل اعملوا فسيرى الله عملكم ورسوله والمؤمنون وستردون إلى عالم الغيب والشهادة فينبئكم بما كنتم تعملون﴾.**

محمد أحمد دربالة

الدار العربية للنشر والتوزيع

الإهـداء

"ولقد قاد التطور فى زراعـة، وإنتـاج، وتصديـر الفراولـة أربـع جهات رئيسية، هى: (١) مركز تطويـر الفراولـة والمحـاصيل غـير التقليدية بجامعـة عـين شمـس من خـلال إدخالـه لنظـام الزراعـة الفريجو، وتوفير نباتات الأمـهات للأصنـاف المسـتوردة والشـتلات الفريجو اللازمة للزراعة، ثم تقديـم خدمـات مماثلـة عندمـا أدخـل نظام الزراعة الفرش فيما بعد، (٢) لجنة الفراولة بوزارة الزراعة من خلال إحكام رقابتـها علـى زراعـة المشـاتل المعتمـدة، (٣) القطـاع الخاص المتمثل فى إثنتـين أو ثـلاث مـن كبريـات الشـركات التـى تخصصت فى إنتاج الفراولـة، والتـى كـان لهـا الفضـل فـى البـدء بإدخال التقنيات الحديثة للزراعة الفرش، و (٤) مشروع اسـتخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية بوزارة الزراعـة (أحـد مشـروعات هيئـة المعونة الأمريكية)، الذى كان له الفضـل فـى التوسـع فـى الزراعـة الفرش وإدخال أحـدث الأصنـاف والتقنيـات التـى تلـزم للإنتـاج، والحصاد، والتداول، والتصدير".

(من موضوع: تطور زراعة وإنتاج الفراولة بمصر، بالفصل الأول من الكتاب).

إلى هذه الجهات الأربع، وإلى كل من شارك فيها . . . أهدى هذا الكتاب.

أ. د. أحمد عبد المنعم حسن

المقدمة

عندما تزرع الفراولة كمحصول معمر – كما فى بعض مناطق العالم، مثل الشمال الأمريكى – فإنها تعد فيها من محاصيل الفاكهة. كذلك تعد الفراولة لدى العامة من محاصيل الفاكهة. هذا .. إلاّ أن الفراولة حينما تجدد زراعتها سنويًّا – كما فى مصر وجميع الدول العربية الأخرى، ومناطق الإنتاج الرئيسية بالعالم – فإنها تعد من محاصيل الخضر، وتعامل فى زراعتها، وإنتاجها، وتداولها معاملة الخضر.

ولقد تقدمت كثيرًا طرق إنتاج الفراولة فى مختلف دول العالم، وانتشرت سريعًا تقنيات الإنتاج والتداول المتطورة، وكذلك الأصناف الجديدة المحسنة فى شتى مناطق الإنتاج بما فى ذلك الدول العربية. وخلال العقد الأخير من القرن العشرين ازدادت كثيرًا المساحات المزروعة بالفراولة فى بعض البلدان العربية، وبخاصة مصر ولبنان والمغرب. ولذا .. كان لزامًا إصدار هذا الكتاب ضمن "سلسلة محاصيل الخضر: تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة".

يتضمن هذا الكتاب عشرة فصول تتناول جميع جوانب إنتاج الفراولة بأحدث التقنيات التى وصل إليها العالم فى بداية القرن الحادى والعشرين. يتناول الفصل الأول بالشرح التعريف بالفراولة وأهميتها الغذائية والإقتصادية، بينما يغطى الفصل الثانى موضوع الوصف النباتى للمحصول، ويقدم الفصل الثالث عرضًا لأهم أصناف الفراولة المنتشرة فى الزراعة، وتلك التى يتوقع التوسع فى زراعتها مستقبلاً.

ونظرًا لأهمية التربة فى إنتاج الفراولة فقد أفردنا لها – مع الاحتياجات البيئية للمحصول – الفصل الرابع، وخصص الفصل الخامس لموضوعات التكاثر، والمشاتل وإنتاج الشتلات، بينما خصص الفصل السادس لطرق الزراعة، والفصل السابع لعمليات الخدمة الزراعية. تقدم هذه الفصول – كل فى مجالها – إجابات موضوعية ومحددة لجميع التساؤلات تتعلق بالعملية الإنتاجية.

أما الفصول الثلاثة الأخيرة – الثامن، والتاسع، والعاشر – فإنها تتناول – على التوالى – وبإسهاب متقدم غير مسبوق باللغة العربية – مواضيع: الفسيولوجى، والحصاد

والتـداول والتخزيـن والتصديـر وفسـيولوجيا مـا بعـد الحصــاد، والأمــراض والآفــات ومكافحتها.

وكعهدى مع القارئ العربى .. فقد توخيت فـى جميـع مراحـل إعـداد هـذا الكتـاب الدقة، والوضوح، والموضوعية، مع تقديم كل ما هو جديد، وتوثيق كل المعلومات المقدمة بمراجعها الأصلية التى تزخر بها قائمة مصادر الكتاب. وكعادتى دائماً فى جميـع كتـب إنتـاج الخضـر .. فقـد وضعـت نصـب عينـى أن يكـون الكتـاب زادًا لكـل مـن المنتـج، والباحث، والطالب.

وما توفيقى إلاّ بالله.

أ. د. أحمد عبد المنعم حسن



محتويات الكتاب

الصفحـة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحة

الصفحـة

الفصل الأول

تعريف بالفراولة وأهميتها

تعرف الفراولة كذلك باسم شليك، كما يطلق عليها اسم فريز فى بعض الدول العربية – وهى كلمة منقولة عن الاسم الفرنسى للمحصول –، واسمه فى الإنجليزية strawberry. وهو محصول الخضر الوحيد الذى يتبع العائلة الوردية Rosaceae (أو عائلة الورد rose family)، وهى عائلة تضم نحو ١٠٠ جنس، و ٢٥٠٠ نوع، منها عدد كبير من الفاكهة، ونباتات الزينة.

وتعتبر الفراولة – من الوجهة الزراعية – من محاصيل الخضر نظرًا لأن زراعتها تجدد سنويًا فى الدول العربية. أما إذا زرعت كمحصول معمر – وهو ما يحدث فى بعض دول العالم – فإنها تعد فى هذه الحالة من الفاكهة (باعتبار أن الفاكهة هى المحاصيل المعمرة التى تؤكل ثمارها دون أن تحتاج إلى عمليات تصنيعية خاصة لتجهيزها للاستهلاك).

ومن بين المراجع الهامة فى مجال إنتاج الفراولة، كل من: Hyams (١٩٦٢)، و Greathead وآخرون (١٩٧٧)، و Childers (١٩٨٠، و ١٩٨١)، و Welch وآخرون (١٩٨٢)، و Pritts وآخرون (١٩٩٦). وأعطى Anderson (١٩٦٩) قائمة بجميع الأبحاث التى أجريت على الفراولة من عام ١٩٢٠ إلى ١٩٦٦.

النشأة والموطن

الفراولة نبات متضاعف هجينيًا amphidiploid، فيه ٢س = ٨ن = ٥٦ كروموسوم.

ويرجع أصل جميع أصناف الفراولة التجارية الهامة، والتى منها جميع الأصناف الأجنبية المعروفة محليًا إلى تهجين نوعى بين اثنين من الأنواع الأمريكية الموطن، هما: *Fragaria chiloensis* (L.) Duch.، و *F. virginiana* Duch. (Scott & Lawrence ١٩٧٥). وتعرف جميع الأصناف التى نشأت من هذا التهجين بالاسم العلمى *Fragaria*

.×*ananassa* Duch. وترمز العلامة × إلى حقيقة أن المحصول عبارة عن هجين نوعى، ويوضع الحرف مجاورًا لإسم النوع حسب القواعد الدولية لإعطاء الأسماء العلمية (Otterbacher & Skirvin ١٩٧٨).

تنتشر العشائر الطبيعية للنوع *F. chilonensis* فى شواطئ وجبال وسط وجنوب شيلى، وفى هاواى، وكذلك فى شريط ضيق بغرب الولايات المتحدة يمتد من وسط كاليفورنيا حتى جزر الألوتيان Aleutian Islands. أما النوع *F. virginiana* فهو ينتشر فى غابات ومروج الجزء الأكبر من الولايات المتحدة وكندا. والتلقيح بين النوعين خصب تمامًا، ولم يمكن التعرف على اختلافات جوهرية بينهما فى دنا (DNA) البلاستيدات الخضراء (Hancock وآخرون ١٩٩٩).

ولمزيد من التفاصيل عن موطن وتاريخ زراعة الفراولة .. يراجع كل من Hedrick (١٩١٩)، و Wilhelm & Sagan (١٩٧٤)، و Scott & Lawrence (١٩٧٥). ويعد Darrow (١٩٦٦) من المراجع الهامة عن نبات الفراولة وتربيته.

القيمة الغذائية

يحتوى كل ١٠٠ جم من ثمار الفراولة الطازجة على المكونات الغذائية التالية: ٨٩,٩ جم رطوبة، و ٣٧ سعرًا حراريًا، و ٠,٧ جم بروتين، و ٠,٥ جم دهون، و ٨,٤ جم كربوهيدرات، و ١,٣ جم ألياف، و ٠,٥ جم رماد، و ٢١ ملليجرام كالسيوم، و ٢١ ملليجرام فوسفور، و ١,٠ ملليجرام حديد، و ١,٠ ملليجرام صوديوم، و ١٦٤ ملليجرام بوتاسيوم، و ٦٠ وحدة دولية من فيتامين أ، و ٠,٠٣ ملليجرام ثيامين، و ٠,٠٧ ملليجرام ريبوفلافين، و ٠,٦ ملليجرام نياسين، و ٥٩ ملليجرام حامض أسكوربيك (Watt & Merrill ١٩٦٣). مما تقدم .. يتضح أن الفراولة من الخضر الغنية جدًا بالنياسين، وحامض الأسكوربيك، وتحتوى على كميات متوسطة من الحديد والريبوفلافين.

ويذكر Mass وآخرون (١٩٩٦) أن أوراق الفراولة تعد – كذلك – غنية جدًا فى حامض الأسكوربيك، حيث يتراوح محتواها – حسب الصنف أو السلالة – بين ٢١٥، و ٤٣٥ مجم/١٠٠ جم وزن طازج من الأوراق، وكثيرا ما استعمل شاى أوراق الفراولة

كمقو ومنشط عام. ويعمل تجفيد (تجفيف أثناء التجميد) أوراق الفراولة على المحافظة على محتواها من حامض الأسكوربيك، الذى يذوب بسهولة فى الماء المغلى، وهو الذى يعمل - بدوره - على تحطيم الإنزيم الذى يمكن أن يحلل الفيتامين.

وتحتوى الفراولة على حامض الإلاجك ellagic acid، وهو فينول ذو فاعلية قوية ضد السرطانات المُحدثة كيميائيًّا (عن Mass وآخرين ١٩٩١). وتحتوى الثمار الناضجة على ٠,٤٣-٤,٦٤ مجم من الحامض/جم من الثمار (على أساس الوزن الجاف) حسب الصنف. هذا .. بينما تعد الثمار غير الناضجة أكثر احتواء على الحامض، ويزداد محتوى الحامض فى الأوراق عما فى الثمار بنوعيها - الناضجة وغير الناضجة - حيث يبلغ ٣٢ مجم/جم على أساس الوزن الجاف. ويكفى غلى مسحوق الأوراق المجفدة فى الماء لمدة ٣ دقائق على ١٠٠ م لاستخلاص حامض الإلاجك بكفاءة تعادل ٥٥٪ من كفاءة استخلاصه بالطرق الكيميائية (Mass وآخرون ١٩٩٦).

الأهمية الإقتصادية

المساحة المزروعة والإنتاج

بلغ إجمالى الإنتاج العالمى من الفراولة فى عام ١٩٩٨ حوالى ٢,٦ مليون طن، وكانت أكثر الدول إنتاجا، هى: الولايات المتحدة (٧٤٢ ألف طن)، وإسبانيا (٣١٣ ألف طن)، واليابان (٢٠٠ ألف طن)، وجمهورية كوريا (١٥١ ألف طن)، وبولندا (١٥٠ ألف طن). وفى العام ذاته كان إنتاج قارة أفريقيا من الفراولة ٥٥ ألف طن، خص مصر منها ٤٠ ألف طن، وكانت أكثر الدول العربية الأخرى إنتاجا للفراولة، هى: لبنان (١٣ ألف طن، والمغرب ١٠ آلاف طن) (FAO ١٩٩٨).

ويتبين مما تقدم أن الولايات المتحدة تنتج وحدها حوالى ٢٨,٥٪ من الإنتاج العالمى من الفراولة، ويتركز ٧٤٪ من هذا الإنتاج (أى ٢١٪ من الإنتاج العالمى) فى ولاية كاليفورنيا، ونحو ١٠٪ فى ولاية فلوريدا. وتبعا لإحصائيات ١٩٨٧، فإن متوسط محصول الأيكر (تبلغ مساحة الأيكر ٤٠٤٦,٨ متر مربع؛ أى أقل قليلا من الفدان الذى تبلغ مساحته ٤٢٠٠,٨ متر مربع) من الفراولة كان ٢٣ طنا فى ولاية كاليفورنيا، و ١٠,٥ طن فى ولاية فلوريدا، و ٢,٨ طن فى باقى الولايات الأمريكية المنتجة للفراولة

(Bringhurst وآخرون ١٩٩٠). وقد ارتفع متوسط الإنتاج فى كاليفورنيا بعد ذلك إلى حوالى ٤٠ طنًا للأيكر (Hartz وآخرون ١٩٩٣).

إن أهم المحافظات المنتجة للفراولة هى: القليوبية، والإسماعيلية، والشرقية، وقد بلغ إجمالى المساحة المزروعة بالفراولة الفريجو (بالشتلات المجمدة) فيها فى موسم ١٩٩٦/١٩٩٧ حوالى ٣٠٤٧ فدانًا، بينما بلغ إجمالى المساحة المزروعة بالشتلات الطازجة لأجل التصدير فى الموسم ذاته ٢٣٤ فدانًا موزعة على شركتين (هما: بيكو وتكنوجرين).

وقد بلغ إجمالى المساحة المزروعة بالشتلات الطازجة (الفرش أو غيره المجمدة) من الفراولة فى موسم ٢٠٠٠/٢٠٠١ حوالى ٩١٩ فدانا، كان ٦٤٥ فدانا منها فى أربع شركات فقط (هى: العجيزى، وبيكو، والنيل للتنمية الزراعية، وتكنوجرين)، و ١٠٥ فدان فى شركتين (هما: أمريكانا، والمتحدة)، بينما توزعت بقية المساحة المزروعة وقدرها ١٦٩ فدانا على ١٩ مزرعة وشركة.

تستخدم مختلف أصناف الفراولة المزروعة فى مصر لغرضى الاستهلاك الطازج (سوق محلى وتصدير)، والتصنيع (التجميد، والعصير، والمربى، والإضافات لمختلف الأغذية)، ولكن تفضل أصناف معينة للتصنيع عن غيرها، مثل: شاندلر، وسلفا، وباخرو، وكاماروزا (يراجع الفصل الثالث بخصوص مواصفات تلك الأصناف)، وذلك لما تتميز به ثمارها من صلابة عالية مع التلون الأحمر الجيد خارجيا وداخليا) (Perkins-Veazie & Collins ١٩٩٥).

تطور زراعة وإنتاج الفراولة فى مصر

شهد إنتاج الفراولة فى مصر قفزتين كبيرتين خلال النصف الثانى من القرن العشرين، كانت أولاهما فى بداية السبعينيات حينما بدأ التحول من الزراعة التقليدية للصنف البلدى إلى الزراعات الفريجو باستعمال أصناف جديدة محسنة من إنتاج جامعة كاليفورنيا. فالصنف البلدى لم يكن يزرع منه سنويا سوى حوالى ٢٠٠٠ فدان، ولم يكن محصوله يزيد عن طنين للفدان. ومع التوسع فى زراعة الأصناف الجديدة المحسنة ازدادت المساحة المزروعة وازداد معها محصول الفدان، فى الوقت الذى بدأت فيه زراعة الصنف البلدى فى الإنقراض.

أما القفزة الكبيرة الثانية فى إنتاج الفراولة فإنها حدثت فى أواخر التسعينيات من القرن العشرين حينما بدأ التوسع فى نظام الزراعة الفرش باستعمال شتلات طازجة، وأصناف جديدة أكثر تبكيرًا فى الإنتاج، وأعلى محصولاً عن سابقاتها التى استخدمت فى الزراعات الفريجو.

ولقد صاحب هذا التطور فى زراعة وإنتاج الفراولة فى مصر قفزات مماثلة فى إنتاج الشتلات بنوعيها: الفريجو والفرش .. ليس فقط لما يكفى للزراعة المحلية والاستغناء كلية عن الاستيراد، وإنما كذلك لتصديرها إلى الدول التى تحتاجها.

ولقد قاد التطور فى زراعة، وإنتاج، وتصدير الفراولة أربع جهات رئيسية، هى: (١) مركز تطوير الفراولة والمحاصيل غير التقليدية بجامعة عين شمس من خلال إدخاله لنظام الزراعة الفريجو، وتوفير نباتات الأمهات للأصناف المستوردة والشتلات الفريجو اللازمة للزراعة، ثم تقديم خدمات مماثلة عندما أدخل نظام الزراعة الفرش فيما بعد، (٢) لجنة الفراولة بوزارة الزراعة من خلال إحكام رقابتها على زراعة المشاتل المعتمدة، (٣) القطاع الخاص المتمثل فى إثنتين أو ثلاث من كبريات الشركات التى تخصصت فى إنتاج الفراولة، والتى كان لها الفضل فى البدء بإدخال التقنيات الحديثة للزراعة الفرش، و (٤) مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية بوزارة الزراعة (أحد مشروعات هيئة المعونة الأمريكية)، الذى كان له الفضل فى التوسع فى الزراعة الفرش وإدخال أحدث الأصناف والتقنيات التى تلزم للإنتاج، والحصاد، والتداول، والتصدير.

المشاتل وإنتاج الشتلات وتصديرها

يبين جدول (١-١) مساحة مشاتل الفراولة المعتمدة فى مصر منذ موسم ١٩٩٢/٩١، وكذلك إنتاج الشتلات، وتصديرها (المصدر: د. محمد إمام رجب - مدير مركز تنمية الفراولة والمحاصيل غير التقليدية - جامعة عين شمس - ٢٠٠٠).

ومن بين مساحة المشاتل فى عام ١٩٩٩ - وهى ٣٥٠ فدانا - خصصت مساحة ٨٣ فدانا لإنتاج الشتلات الطازجة، بينما خصصت بقية المساحة - وهى ٢٧٠ فدانا لإنتاج الشتلات الفريجو. وفى ذلك الموسم - الذى بلغ إجمالى إنتاج الشتلات فيه حوالى ٧٧,٤

مليون شتلة – كانت غالبيتها (٤٦,٢ مليون شتلة) من الصنف شاندلر، وجاء بعده فى الترتيب الصنف كاماروزا (١٢,٧ مليون شتلة)، ثم منتخب التحرير (منتخب من سويت تشارلى: ٨,٤ مليون شتلة). وتوزعت بقية الشتلات المنتجة على أصناف: سى سكيب (٣,٧ مليون شتلة)، وسلفا (١,٤ مليون شتلة)، وكابيتولا (١,١ مليون شتلة)، وأوزوجراندى (٠,٧ مليون شتلة)، ورروزالندا (٠,١ مليون شتلة)، بينما أنتجت حوالى ٣,١ مليون شتلة من أصناف أخرى مجهولة الهوية.

جدول (١–١): تدرج مساحة مشاتل الفراولة المعتمدة، وإنتاج الشتلات، وتصديرها، وكذلك تصدير ثمار الفراولة منذ موسم ١٩٩٢/٩١.

موسم زراعة الفراولة	مساحة المشاتل (فدان)	عدد الشتلات المنتجة	عدد الشتلات المصدرة	تصدير الثمار (طن)
١٩٩٢/٩١	٩٠	٣٧٤٢٧٠٠٠	٢٠٠٠٠	٥٣٠
١٩٩٧/٩٦	١٨٩	٥٧٠٠٠٠٠٠	٦١٥٥٧٥٠	١٧٠٤
١٩٩٩/٩٨	٢٥٩	—	—	٢١٣٥
٢٠٠٠/٩٩	٣٥٠	٧٧٤٢٦٠٠٠	٤١١٢٥٠٠	٣٧٣٨
٢٠٠١/٢٠٠٠	٣١٧,٥	—	—	—

وفى عام ٢٠٠٠ قامت خمس شركات فقط (هى: تكنوجرين، وبيكو، والعجيزى، والمتحدة، والنيل للتنمية الزراعية) بزراعة ٢٠٩ أفدانة من المشاتل المعتمدة، بينما توزعت بقية مساحة المشاتل وقدرها ١٠٨,٥ فدان على ١٥ شركة ومزرعة).

ومعظم التصدير من شتلات الفراولة يتم بواسطة شركتين أو ثلاث شركات فقط، وتصدر غالبيتها إلى تونس، والأردن، مع تصدير أعداد قليلة نسبيا من الشتلات إلى المملكة العربية السعودية.

تكاليف الإنتاج

تعتبر الفراولة من أكثر محاصيل الخضر تكلفة فى الإنتاج، ويشكل ثمن الشتلات وحده نسبة كبيرة من تكاليف الإنتاج. وتقدر التكلفة الإجمالية لإنتاج فدان من الفراولة

بنحو ٧ آلاف جنيه فى المزارع الفريجو (التى تشتل فى شهر أغسطس باستعمال شتلات مجمدة)، ترتفع إلى نحو ٥٠ ألف جنيه فى المزارع الفرش (التى تشتل فى شهرى سبتمبر وأكتوبر باستعمال شتلات طازجة). وعلى الرغم من ذلك .. فإن المحصول المرتفع، وأسعار التصدير العالية (وخاصة إلى الدول الأوربية فى بداية موسم إنتاج الفراولة الفرش فى شهور نوفمبر، وديسمبر، ويناير، حيث تتراوح الأسعار فى أسواق المملكة المتحدة - على سبيل المثال - بين ٦,٥، و ١٠ دولارات للكيلو جرام الواحد) .. هذان الأمران يجعلان الفراولة من أكثر محاصيل الخضر فى عائد الربح. هذا إلا أن أسعار الفراولة سريعا ما تنخفض إلى أقل من ثلاثة دولارات للكيلو جرام بداية من شهر مارس بسبب دخول إسبانيا إلى الأسواق؛ الأمر الذى يبدأ - عادة - فى منتصف فبراير.

يتضمن تقدير تكلفة زراعة الفدان من الفراولة الفرش (٥٠ ألف جنيه) كل المصاريف بدءا من إيجار الأرض، وتحضيرها للزراعة، وتعقيمها، وزراعتها، ومرورا بجميع عمليات الخدمة الزراعية، وانتهاء بالحصاد. ويشتمل هذا التقدير على نحو ٥٠٠٠ جنيه للتعقيم، ونحو ١٠٠٠٠ جنيه للشتلات الطازجة، ونحو ٦٠٠٠ جنيه للعمالة (متضمنة عمالة الحصاد)، و ٢٠٠٠ جنيه للأقواس السلكية (٨٠٠ كجم سلك × ٢,٥ جنيه)، وحوالى ١٨٠٠ جنيه بلاستيك شفاف كغطاء للتربة (٣٠٠ كجم بلاستيك × ٦ جنيهات)، ونحو ٢٤٠٠ جنيه بلاستيك شفاف للأنفاق (٤٠٠ كجم بلاستيك × ٦ جنيهات).



الفصل الثانى

الوصف النباتى

الفراولة نبات معمر، ولكن تجدد زراعته سنويًّا فى مصر.

الجذور

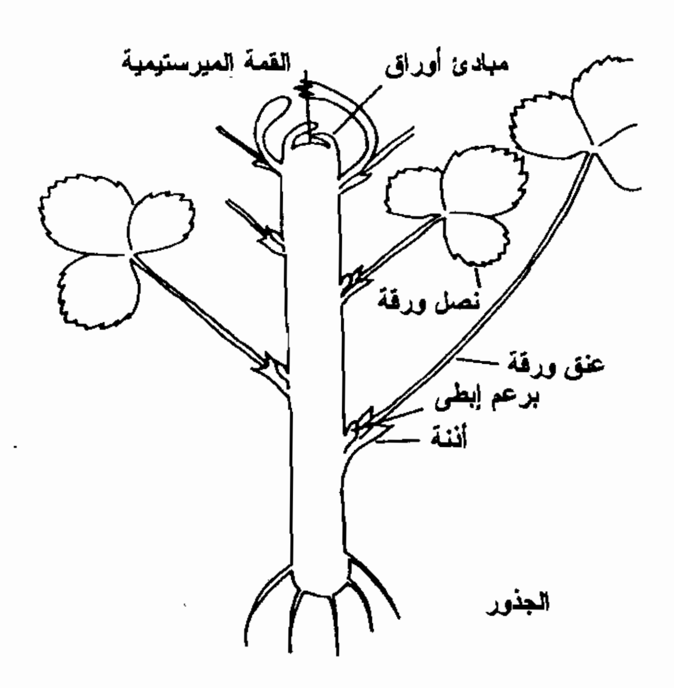
إن المجموع الجذرى لنبات الفراولة ليفى، وينشأ من السيقان القصيرة السميكة التى توجد قريبًا من سطح التربة. تمتد الجذور أفقيًّا لمسافة ٣٠ سم فى كل الاتجاهات تحت سطح التربة مباشرة، ثم تتجه عموديًّا لأسفل، وتتفرع لتملأ الطبقة السطحية من التربة جيدًا بالتفرعات الجذرية. وقد يصل تعمق الجذور لمسافة ٦٠-٩٠ سم إلا أنها تكون أقل كثافة كلما تعمقنا لأسفل فى التربة (Weaver & Bruner ١٩٢٧). ويوجد حوالى ٩٠٪ من الجذور فى الـ ١٥ سم العليا من التربة، ولكنها لا تكون متجانسة فى التوزيع، حيث توجد ٥٠٪ من الجذور الكلية فى الـ ٧,٥ سم السطحية فقط، بينما تتوزع باقى الجذور حتى عمق ١٥ سم، ويصل قليل منها إلى عمق ٤٥ سم أو أكثر.

ينتج النبات الواحد من ٢٠-٣٥ جذرًا، وقد يعطى ١٠٠ جذر. وتعيش هذه الجذور لمدة عام واحد تقريبًا، وقد تعيش لمدة أطول فى الظروف المناسبة. ويحافظ النبات على طبيعته المعمرة بإنتاج جذور جديدة - باستمرار - عند العقد فى قاعدة التاج، وتتكون الجذور الجديدة دائمًا فى مستوى أعلى بقليل من المستوى الذى تكونت عنده الجذور القديمة. ويترتب على ذلك ضعف اتصال النباتات المعمرة بالتربة تدريجيًّا سنة بعد أخرى. ولذا .. فإن الفراولة تعد من أكثر النباتات حساسية للظرف البيئية غير المناسبة: كالجفاف، والبرودة. ويؤدى الترديم حول قاعدة النبات بنحو ٢-٣ سنتيمترات من التربة إلى زيادة تثبيت الجذور فى التربة. وعندما يبدأ نبات جديد فى التكوين عند نهاية العقد الثانية لإحدى المدادات (انظر موضوع الساق) .. فإن الجذور الأولى للنبات تتكون فى نفس وقت ظهور الورقة الأولى للنبات.

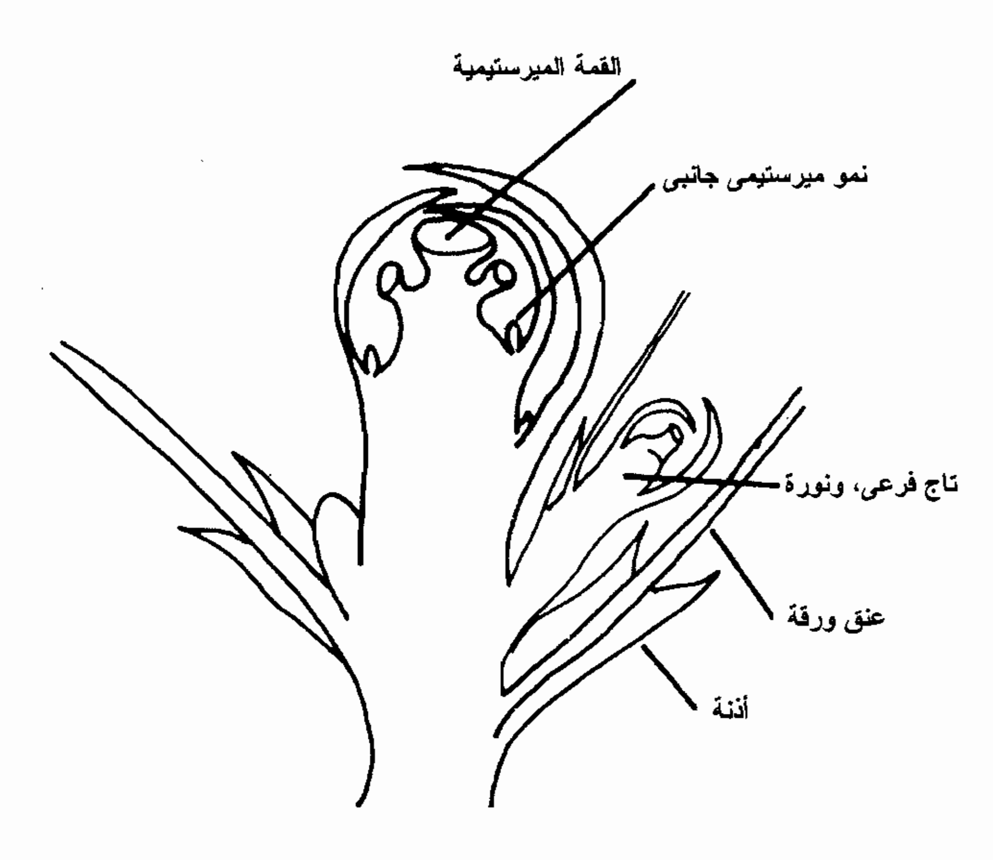
الساق

إن الساق الرئيسية لنبات الفراولة قصيرة، وسميكة، وهى تحمل الأوراق عند العقد. ويزيد نمو النبات والساق، وتتكون سيقان جديدة بنمو النبات رأسيًا وأفقيًا.

يحدث النمو الرأسى بتكوين سيقان جديدة، تكون سميكة وقصيرة، وتخرج من آباط الأوراق التى تكون متزاحمة أصلاً، وتتكون هذه السيقان الجديدة على مستوى أعلى بقليل من مستوى الساق الأصلى. ومع استمرار النمو بهذه الطريقة .. يظهر ساق النبات تدريجيًا على سطح التربة، ويبدو النبات كحزمة من الخلفات. وتعرف هذه المنطقة من النبات التى توجد بها السيقان القصيرة، وتخرج منها الجذور والأوراق المتزاحمة باسم التاج crown (شكل ٢-١)، وهى تتكون فى الواقع من عدد من التيجان الفرعية branch crowns (شكل ٢-٢). تتكون هذه الخلفات فى النهار القصير، ولا يكون لها مجموع جذرى خاص بها.

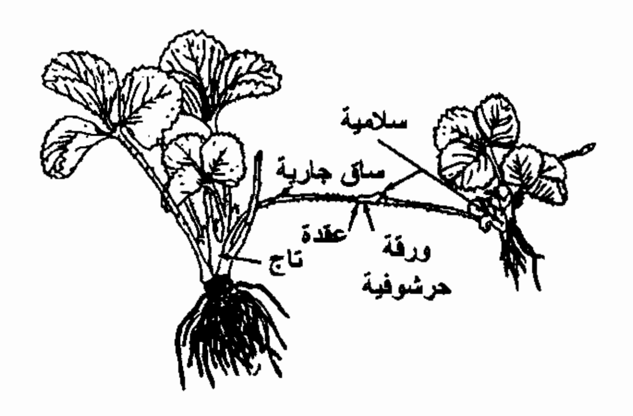


شكل (٢-١): رسم تخطيطى لتاج نبات الفراولة، وقد كُبِّرت الساق لتوضيح أجزاء النبات، علمًا بأن طولها الطبيعى لا يتعدى ٢,٥سم.



شكل (٢-٢): رسم تخطيطي يوضح كيفية تكوين تــاج فرعي في نبات الفراولة (**Dona ١٩٨٠**).

ويحدث النمو الأفقي للساق في النهار الطويل، وذلك بتكوين مدادات أو سيقان جارية runners من البراعم التي توجد في آباط الأوراق في التيجان الجانبية. وتنمو هذه المدادات ملامسة لسطح الأرض، وتتكون من سلاميتين طويلتين. ويبقى البرعم الذى يوجد عند العقدة الأولى للمدادة ساكنا ولاينمو عادة، أما العقدة الثانية للمدادة (أو العقدة الثالثة للنبات الأصلي) .. فأنها تكون منتفخة، وتتكون عندها جذور عرضية لأسفل، وتنمو بها ورقة لأعلى، وتظهر الجذور مع بداية ظهور الورقة. ثم تتكون عند العقد التالية بالنبات الجديد أوراقا وبراعم جانبية (شكل ٢-٣)، كما ينمو البرعم الإبطي الذى يوجد بأول ورقة ليكون ساقا جارية جديدة في النهار الطويل، أو تيجان فرعية في النهار القصير. وبهذه الطريقة .. يستمر النبات في النمو، وينتشر ويتشعب (Dona ١٩٨٠).



شكل (٢-٣): رسم تخطيطي يبين كيفية نمو المدادات، وتكوين النباتات الجديدة (Rost وآخرون ١٩٨٤).

الأوراق

تحمل أوراق الفراولة متزاحمة على السيقان القصيرة السميكة، وهي متبادلة، ولها عنق طويل، ومركبة من ثلاث وريقات، ولها غمد عند قاعدة الورقة، وأذينتان تكبران في الحجم مع كبر الورقة في العمر. وتميل الوريقات للاستدارة، أو الشكل البيضاوي، وحافتها متموجة، وسطحها العلوي أشد قتامة في اللون من السطح السفلي (استينو وآخرون ١٩٦٤).

حالات الجنس

توجد في الجنس النباتي *Fragaria* حالات الجنس (الأزهار) التالية:

١ - نباتات وحيدة الجنس وحيدة المسكن monoecious؛ أي يحمل النبات الواحد أزهارا مذكرة وأخرى خنثى، وتوجد هذه الحالة في عدد كبير من الأنواع الثنائية المجموعة الكروموسومية (٢n = x٢) كما في *F. vesca* (Jones ١٩٧٦).

٢ - نباتات تحمل أزهارا مؤنثة فقط gynoecious أو pistillate، وتوجد هذه الحالة في بعض السلالات البرية وسلالات التربية، وتتميز هذه السلالات بأن إنتاجيتها عالية، وأنها لاتصاب بحشرة strawberry bud weevil التي تتغذى على حبوب اللقاح. ولكن يعيبها ضرورة زراعة ملقحات من نباتات تحمل أزهارا كاملة بين خطوط النباتات المؤنثة في الحقل.

٣ - نباتات تحمل أزهارا مؤنثة وأخرى كاملة gynomonoecious، وتوجد هذه الحالة فى بعض أصناف الفراولة التجارية.

٤ - نباتات تحمل أزهارا كاملة فقط perfect أو hermaphroditic، وتوجد هذه الحالة فى جميع الأصناف التجارية الحديثة.

٥ - نباتات تحمل أزهارا مذكرة فقط androecious أو staminate، وتوجد هذه الحالة فى سلالات خضرية ظهرت بعد الإكثار الجنسى للأصناف الـ gynomonoecious، ثم أكثرت خضريا، وهى لا توجد - بطبيعة الحال - فى الأصناف التجارية (Darrow ١٩٣٧، Scott & Lawrence ١٩٧٥).

هذا .. وتتواجد فى الأنواع المتضاعفة البرية *F. moschata*، و *F. chilonesis*، و *F. virginiana* - كذلك - كلا من النباتات ذات الأزهار المذكرة فقط، والمؤنثة فقط، والكاملة، بينما لا تعرف فى الأصناف التجارية من الفراولة سوى طرازين من النباتات، هما: ذات الأزهار المؤنثة فقط (وهى خليطة heterozygous فى الجين المسئول عن تحديد الجنس)، وذات الأزهار الكاملة، أى الخنثى (وهى أصيلة فى جين الجنس)، ولكن يمكن أن تظهر فى هذه المجموعة الأخيرة كل التدرجات فى مدى اندثار أعضاء الزهرة المذكرة أو المؤنثة، وما يترتب على ذلك من ظهور تدرجات تتراوح بين النباتات ذات الأزهار المذكرة مع وجود أمتعة عقيمة تماما بها، والنباتات ذات الأزهار المؤنثة مع وجود أسدية قليلة جدا، أو عدم وجود أسدية بها (Avigdori-Avidov ١٩٨٦).

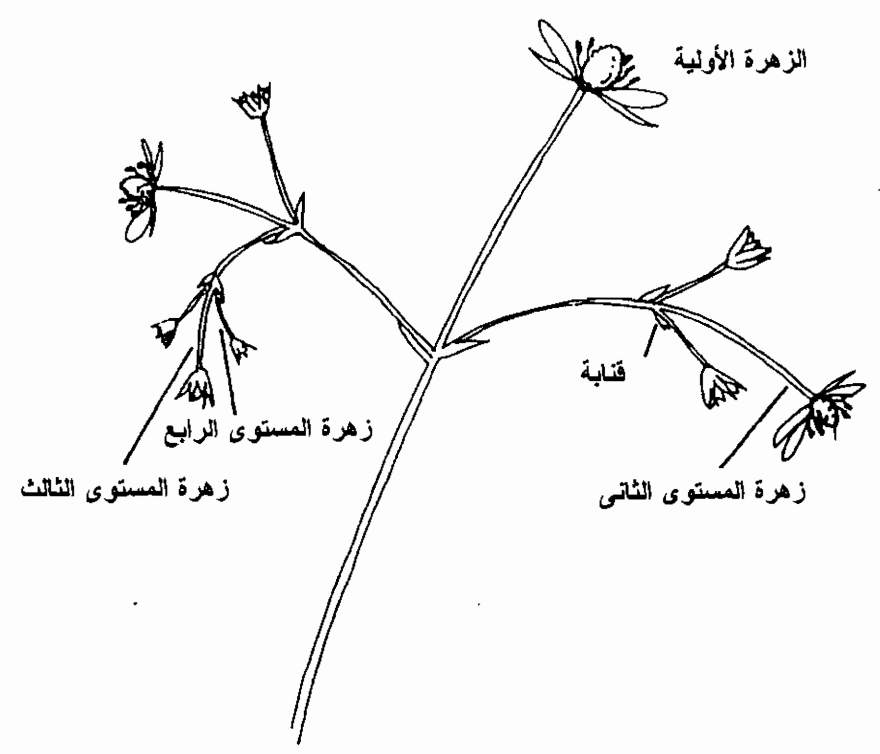
الأزهار

تحمل الأزهار فى نورات راسيمية فى نهاية السيقان القصيرة للنبات الأصلى، والخلفات الجديدة، ونباتات المدادات. وتتكون أول نورة فى القمة الميرستيمية للنبات الأصلى فتوقف بذلك نموه الخضرى (شكل ٢-٢)، ثم تتكون النورة الثانية فى مكان القمة الميرستيمية الخضرية لآخر الخلفات الجانبية تكونا، ثم التالية لها .. وهكذا (Dona ١٩٨٠).

تتكون نورة الفراولة (وتسمى بالعنقود الزهرى flower cluster) من سلسلة من

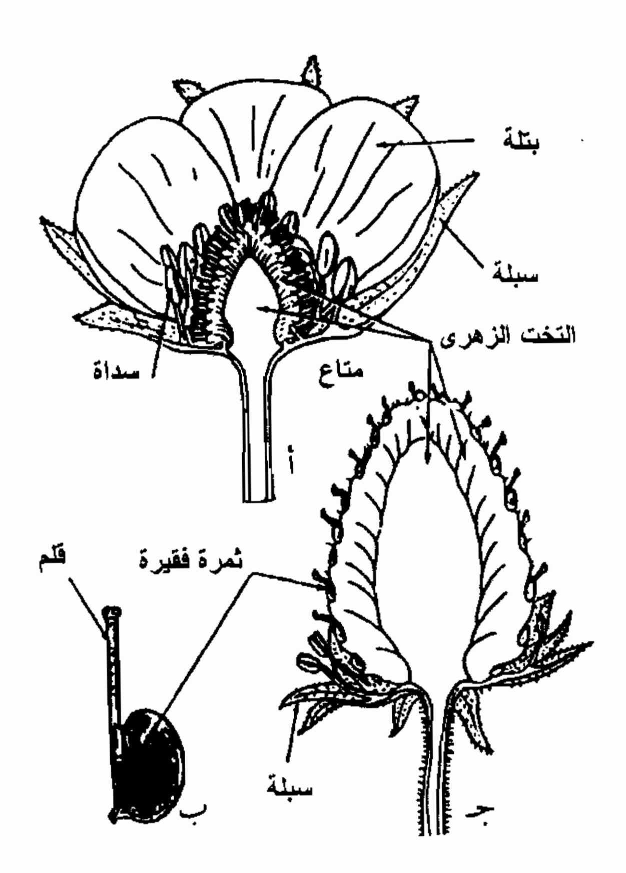
التفرعات الثنائية التى تنتهى كل منها بزهرة (شكل ٢-٤)، ويطلــق على الزهـرة التــى تنتهى بها القمة الأصلية للنورة اسم الزهرة الأولية primary flower، وهــى تكــون أكـبر الأزهار، وتعطى أكبر الثمار حجمًا، وهى التى تســمى بالثمــار الأوليــة primary berries كما تنتهى جميع الأفرع الأخرى بالنورة بأزهــار مماثلــة، ويطلـق على هـذه التفرعـات، والأزهار التى تحملها، والثمار التى تنتج منها الأسماء التالية:

مستوى التفرع	عدد الأفرع بالنورة	الأزهار التى تحملها	الثمار التى تكون منها
الأول	٢	أزهار المستوى الثانــى secondary	ثمار المستوى الثانــى
الثانى	٤	أزهار المستوى الثالـث tertiary	ثمار المستوى الثالــث
الثالث	٨	أزهار المستوى الرابــع quarteinery	ثمار المستوى الرابــع
الرابع	١٦	أزهار المستوى الخامس quinary	ثمار المستوى الخامس



شكل (٢-٤): رسم تخطيطى يبين كيفية التفرع الثنائى الشعبة لنورة الفراولة.

وزهرة الفراولة بيضاء، يتراوح قطرها من ٢,٥-٤سم، ويتكون الكأس من خمس سبلات خضراء، وتوجد أسفله خمس وريقات تحت كأسية، وكلا النوعين من الأوراق مستديم فى الثمرة الناضجة، ويتكون التويج من خمس بتلات بيضاوية الشكل. والأسدية كثيرة، ويتراوح عددها من ٢٤-٣٦ سداة، مرتبة فى ثلاثة محيطات، ويتراوح طول السداة من ٢,٥-٢,٥مم. وتحت الزهرة لحمى سميك متشحم، ويوجد عليه بين ٦٠، و ٦٠٠ كربلة مرتبة حلزونيا، وتتكون كل كربلة من مبيض واحد يخرج من جانبه قلم ينتهى بميسم. وتوجد غدد رحيقية كثيرة عند قاعدة الأسدية حول المحيط الخارجي للأمتعة (شكل ٢-٥) عن McGregor ١٩٧٦).



شكل (٢-٥): رسم تخطيطى لزهرة (أ) وثمرة الفراولة الحقيقية الفقيرة (ب)، والكاذبة المتجمعة (جـ) (Weier وآخرون ١٩٧٤).

التلقيح

لا توجد ظاهرة عدم التوافق الذاتى self incompatibility فى الجنس *Fragaria* سوى فى ثلاثة أنواع برية ثنائية. أما باقى الأنواع الثنائية المعروفة، والأنواع الأخرى المتضاعفة فجميعها خصبة ذاتيا (Jones ١٩٧٦).

وتعتبر الفراولة من المحاصيل الخلطية التلقيح، ويتم التلقيح بواسطة الحشرات غالبا، إلا أن حبوب اللقاح قد تنتقل بالهواء أيضا. ومما يشجع على التلقيح الخلطى فى الفراولة أن مياسم الزهرة تنضج وتكون مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح قبل تفتح المتوك فى نفس الزهرة؛ أى أنها مبكرة الأنوثة protogynous. وتظل المياسم قادرة على استقبال حبوب اللقاح لمدة سبعة أيام بعد تفتح الزهرة، وقد تزيد هذه المدة فى الجو البارد. وتنضج حبوب اللقاح قبل انتشارها من المتوك، ولكنها لا تنتشر إلا بعد تفتح الزهرة وجفاف المتوك لفترة؛ مما يجعل المتوك تحت ضغط شديد عند تفتحها نتيجة لشدة جفاف خلايا الطبقة المبطنة للبشرة الخارجية للمتوك، فيكون تفتحها قويا؛ مما يؤدى إلى انتشار حبوب اللقاح على بعض المياسم بالزهرة. وتكون حبوب اللقاح فى البداية رطبة وثقيلة، ولكنها تجف بعد ذلك، وتحمل بواسطة الهواء، ويمكن أن تحتفظ بحيويتها تحت الظروف الطبيعية لعدة أيام.

تحتفظ بويضات الزهرة بحيويتها لمدة ٨-١٠ أيام أو أكثر بعد تفتح الزهرة. وخلال هذه الفترة تنطلق حبوب اللقاح من المتوك بصورة تدريجية فى الأيام الدافئة، وخاصة بعد الظهر.

وتخصب ٥٣٪ من مبايض زهرة الفراولة تلقائيا نتيجة لانتشار حبوب اللقاح على مياسم الزهرة وترتفع هذه النسبة إلى ٦٧ عند حركة الهواء، وإلى ٩١٪ عند وجود نشاط حشرى. إلا أن التلقيح يكون خلطيا بنسبة ٩٠٪ عند توفر النشاط الحشرى. وبرغم أن المياسم تظل مستعدة لاستقبال حبوب اللقاح لمدة ٧-١٠ أيام بعد تفتح الزهرة، إلا أن أنسب وقت للتلقيح يكون خلال الأيام الأربعة الأولى من تفتح الزهرة، وذلك نظرا لأن التلقيح المتأخر عن ذلك يصاحبه نقص فى عدد البذور بالثمرة، مع صغر حجمها. وتسقط بتلات الزهرة وتجف أمتعتها فى خلال يوم أو يومين من تفتحها (McGregor ١٩٧٦).

وتزداد فرصة العقد في أزهار المستويات الأولى عنه في المستويات التالية. وقد تكون الأزهار المتأخرة التكوين عقيمة أنثويًا، وقد لا تتعدى نسبة الأمتعة العاقدة ٢٪ في الظروف السيئة للعقد (Darrow ١٩٣٧).

الثمار والبذور

تعتبر ثمرة الفراولة المعروفة لدى المستهلك ثمرة متجمعة aggregate، وهي تتكون من التخت الزهري العصيري المتضخم، وما يحمله من ثمار حقيقية تبدو كنقاط صغيرة صفراء إلى حمراء اللون موزعة عليه في ترتيب هندسي. والثمرة الحقيقية فقيرة achene، وتوجد منغمسة في التخت اللحمي، وهي التي يطلق عليها مجازًا اسم البذور. يظهر بالقطاع الطولي للثمرة المتجمعة منطقة النخاع في الداخل، تحيط بها حلقة رفيعة من الحزم الوعائية، ثم منطقة القشرة التي تنغمس فيها الثمار الحقيقية (شكل ٢-٥). ويوجد بكل ثمرة من ٥٠-٤٠٠ بذرة غالبًا.

ويقل حجم الثمرة، وعدد البذور بها تدريجيًا من الثمرة الأولية إلى ثمار المستوى الخامس. فمثلاً .. وجد في إحدى الدراسات أن عدد البذور كان ٣٨٢ بذرة في الثمرة الأولية، و ٢٢٤ بذرة في ثمار المستوى الثاني، و ١٥١ بذرة في ثمار المستوى الثالث، و ٩٢ بذرة في ثمار المستوى الرابع. ووجد في دراسة أخرى أن عدد أمتعة الزهرة قل تدريجيًا من ٥١٨ متاع في الزهرة الأولية إلى ٨٣ متاعًا فقط في أزهار المستوى الخامس. وعمومًا .. فإن المدى يتراوح بين ٥٠، و ٥٠٠ بذرة بالثمرة، بمتوسط قدره ٣٥٠ بذرة لثمار المستوى الأول، و ٢٦٠ بذرة لثمار المستوى الثاني، و ١٨٠ بذرة لثمار المستوى الثالث.

ولمزيد من التفاصيل عن الوصف النباتي للفراولة .. يراجع كل من Darrow (١٩٦٦)، و Dona (١٩٨٠).



الفصل الثالث

الأصناف

تقسيم الأصناف

من أهم الصفات التى يبنى عليها تقسيم أصناف الفراولة، ما يلى:

تقسيم الأصناف حسب احتياجاتها من الفترة الضوئية للإزهار

تقسم أصناف الفراولة حسب احتياجاتها من الفترة الضوئية لكى تزهر - أو حسب استجابتها للفترة الضوئية - إلى مجموعتين رئيسيتين، كما يلى:

أولاً: أصناف محايدة للفترة الضوئية Day Neutral

تعرف الأصناف المحايدة للفترة الضوئية - كذلك - باسم الدائمة الحمل ever bearing، وهى أصناف ليست لها احتياجات خاصة من الفترة الضوئية لكى تزهر؛ حيث يستحث فيها تكوين مبادئ البراعم الزهرية أيًّا كان طول الفترة الضوئية، ولكن تكوينها يتأثر بدرجة الحرارة. ويمكن للأصناف المحايدة للفترة الضوئية الإزهار، والإثمار، وتكوين المدادات فى آن واحد، وهى أبكر الأصناف فى الإثمار، وتستمر فى الإثمار لفترة أطول عما فى أصناف المجموعة الأخرى (القصيرة النهار)، وفى عدة دورات خلال الموسم.

ومن بين الأصناف المحايدة للفترة الضوئية التى زرعت فى الماضى، ولكنها فقدت أهميتها فى مصر حاليًا الأصناف: كابتولا Capitola، وإرفين Irvine، وميور Muir، وصن ست Sunset، وفرن Fern، وهيكر، وبرايتون.

وتعد أهم الأصناف المحايدة للفترة الضوئية، والتى يوصى بزراعتها لأجل التصدير حاليًا: سلفا Selva، وسى سكيب Seascape، علمًا بأن سلفا هو الأفضل.

ثانيًا: أصناف قصيرة النهار Short-Day

تعرف أصناف هذه المجموعة - فى المناطق المعتدلة الحرارة صيفًا، ولكن تنخفض

فيها درجة الحرارة إلى ما دون الصفر المئوى شتاءً (temperate zone) – باسم الـــ June bearers، ولكن هذه التسمية لاتناسبنا، حيث أن إنتاجـها يبدأ فـى مصـر وغيرهـا من الدول العربية قبل ذلك بكثير. لاتتكون مبادئ الأزهـار فـى أصنـاف هـذه المجموعـة إلاّ عندما تتعرض نباتاتها لفترة ضوئية قصيرة، لاتزيـد عـن حـد معـين، ويكـون ذلـك فـى الخريف. وهى تبدأ فى الحصاد – فى الزراعات الفرش – فى ديسمبر ويناير، وتستمر فى الإنتاج حتى شهر يونية. وتمر فترة الحصاد فى هذه الأصناف بعدة دورات مميزة.

ويمكـن تقسيم الأصنـاف القصيرة النـهار من حيث أهميتـها فـى مصـر إلى ثـلاث مجموعات، كما يلى:

١ – أصناف زرعت فى الماضى، ومازال لبعضها أهمية محدودة، مثل:

دوريت	Dorit	دوجلاس	Douglas
عوفرا	Ofra	باخارو	Pajaro
باركر	Parker	بلكان	Pelican
سعيد	Saaid	شارون	Sharon
سمادار	Smadar	سيكويا	Sequoia
تفتس	Tufts		

٢ – أصناف أدخلت حديثًا، ومازالت تحت التجربة، ويبدو بعضها مبشرًا، مثل:

آناهيم	Anaheim	كارلس باد	Carlsbad
كويستا	Cuesta	كابارلا	Cabarla
لاجونا	Laguna	ملاك	
ردلاندزهوب	Redlands Hope	رد لاندز جوى	Redlands Joy
تامار	Tamar	يائيل	Yael

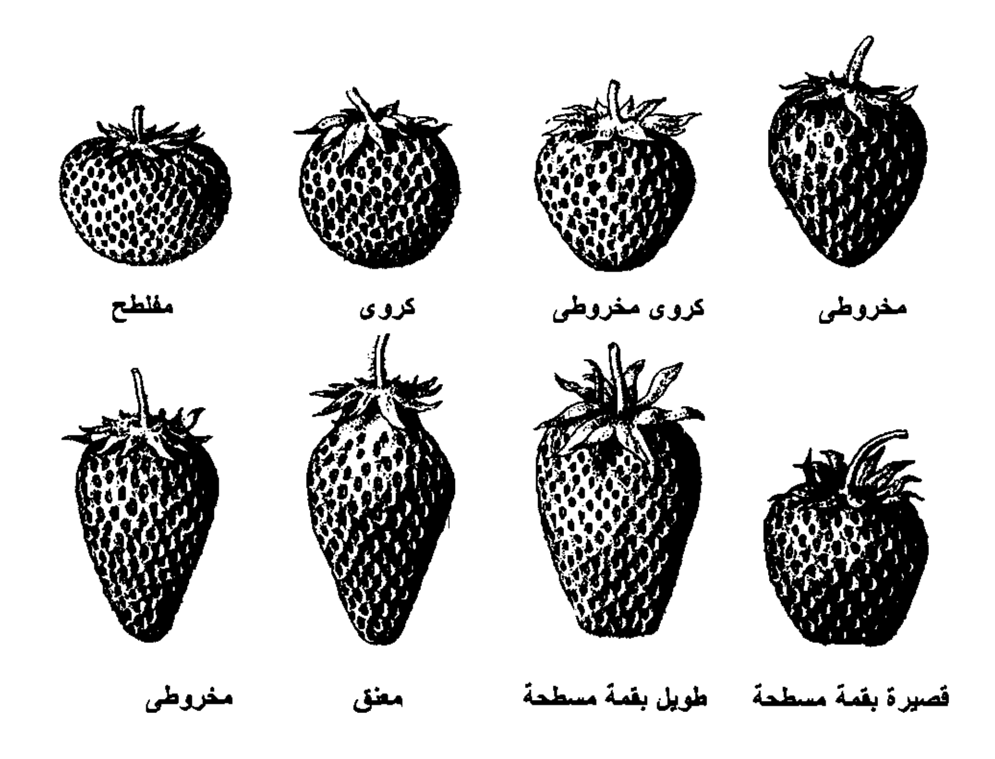
٣ – أصناف موصى بها وتنتشر زراعتها، مثل:

كاماروزا	Camarosa	أوز وجراندى	Oso Grandie
روزا لندا	Rosa Linda	سويت تشارلى	Sweet Charle

تقسيم الأصناف حسب شكل ثمارها

تقسم أصناف الفراولة حسب شكل ثمارها إلى ثمانى مجموعات (شكل (٣-١)، هى:

١ – المفلطحة oblate
٢ – الكروية globose
٢ – المخروطية الكروية globose conic
٤ – المخروطية conic
٥ – المخروطية الطويلة long conic
٦ – المعنقة necked
٧ – المسطحة القمة الطويلة long wedge
٨ – المسطحة القمة short wedge



شكل (٣-١): أشكال الثمار فى الفراولة (Scott وآخرون ١٩٧٣).

مواصفات الأصناف

نقدم – فيما يلى – عرضًا لأهم أصناف الفراولة تبعًا لأهميتها حاليًا (٢٠٠١) فى الزراعة المصرية:

أولاً: أصناف كان لها دور كبير فى زراعة الفراولة فى مصر، ولكن زراعتها اندثرت حاليًا، أو فى طريقها إلى الاندثار:

تتضمن هذه القائمة الأصناف التالية:

- البلدى:

ثماره صغيرة الحجم، مخروطية الشكل، لونها أحمر زاه، ونكهتها جيدة، وحلوة الطعم إلا أنها طرية للغاية، ومحصوله منخفض جدًّا، ويتراوح من طن إلى طن ونصف للفدان، وقد اندثرت زراعته.

- إيرفين Irvine:

أنتج الصنف إيرفين بواسطة جامعة كاليفورنيا فى عام ١٩٨٨، وهو من الأصناف المحايدة للفترة الضوئية. تتباين ثماره فى الحجم، وتعد متوسطة إلى صغيرة الحجم، عالية الصلابة، ذات شكل قمعى متوسط الطول وبقمة مسطحة، ولونها أحمر براق، وطعمها جيد، ولكن قد يظهر بها تجويف داخلى. النمو الخضرى قائم نسبيًّا. ويعد إيرفين من الأصناف الأكثر تحملاً للحرارة المنخفضة.

- ميور Muir:

أنتج الصنف ميور فى جامعة كاليفورنيا فى عام ١٩٨٧، وهو صنف محايد للفترة الضوئية، وأدخل لأجل الزراعات الفريجو، وثماره متوسطة الحجم والصلابة، ولونها أحمر براق، وقمتها مسطحة قليلاً، وطعمها جيد. تحتوى الثمار على عدد كبير من البذور، وقد يظهر بها تجويف داخلى. النمو الخضرى قائم نسبيًّا، وينتج النبات مدادات بكثرة. ويعد الصنف أقل تبكيرًا من سلفا، وكذلك أقل منه قابلية للإصابة بالعنكبوت الأحمر العادى، ويُعاب عليه سهولة انفصال أوراق كأس الزهرة عن الثمرة عند الحصاد.

- صن ست Sunset:

أنتج الصنف صن ست بواسطة جامعة كاليفورنيا فى عام ١٩٩٢، وهو صنف محايد

للفترة الضوئية، وأدخل لأجل الزراعات الفريجو. الثمار كبيرة الحجم نسبيًا، ولكنها قليلة الصلابة، وهى قمعية الشكل ذات قمة مسطحة إلى قلبية الشكل، ذات لون خارجى أحمر لامع، وحمراء داخليًا، وتتفاوت البذور في اللون بين الأصفر والأحمر الباهت، وهى بارزة قليلاً، وطعم الثمار جيد. النبات قوى النمو، وقائم، والمحصول عالى.

● دوجلاس Douglas:

أنتج الصنف دوجلاس بواسطة جامعة كاليفورنيا فى عام ١٩٧٩، وهو قصير النهار، متوسط التبكير، وغزير الإنتاج، وإذا زرع بالشتلات الطازجة فإن إنتاجه يكون متأخرًا خلال الفترة من ٥ إلى ١٥ أكتوبر، حيث يبدأ فى حوالى ٢٠ ديسمبر.

الثمار كبيرة الحجم، مخروطية طويلة أو ذات قمة مسطحة، قليلة الصلابة، وتكثر بها التشققات والثمار البيضاء (الألبينو). تبرز الثمار الحقيقية (البذور) بوضوح شديد من سطح الثمرة. ويعد هذا الصنف شديد القابلية للإصابة بفطر الفيتوفثورا *Phytophthora*.

● باركر Parker:

أنتج الصنف باركر بواسطة جامعة كاليفورنيا فى عام ١٩٨٣، وهو قصير النهار، ويصلح للاستهلاك الطازج والتصنيع. الثمار كبيرة، وصلبة، ومخروطية طويلة ذات حافة مسطحة، وذات لون أحمر إلى أحمر برتقالى، ولامعة. النمو الخضرى قوى ومفتوح، ويذكر Nelson & Parker (١٩٩٦) أنه مقاوم جزئيًا للبياض الدقيقى.

● تايوجا Tioga:

تايوجا صنف من إنتاج جامعة كاليفورنيا، كان من أوائل الأصناف التى أدخلت إلى مصر فى أواخر ستينيات القرن العشرين. المحصول عال، والثمار صلبة، لونها الخارجى أحمر لامع، والداخلى أحمر فاتح. البذور صفراء اللون. ينفصل كأس الزهرة عن الثمرة بسهولة. تنتج النباتات مدادات بوفرة.

● فرزنو Fresno:

فرزنو من إنتاج جامعة كاليفورنيا، وكان - كذلك - من أوائل الأصناف المحسنة

التى أدخلت فى الزراعة فى مصر. الثمار كبيرة، قمعية طويلة، لونها أحمر لامع. ينفصل كأس الزهرة عن الثمرة بسهولة. النباتات قوية النمو، وتنتج المدادات بوفرة.

- تفتس Tufts:

تفتس من إنتاج جامعة كاليفورنيا، وقد أدخل مبكرًا ليحل محل تايوجا. الثمار كبيرة، وصلبة، ولونها أحمر لامع، وأعناقها طويلة.

- أليزو Aliso:

أليزو من إنتاج جامعة كاليفورنيا، مبكر، وثماره كبيرة، ومتوسطة الصلابة. النباتات قوية النمو.

- ساليناس Salinas:

ساليناس من إنتاج جامعة كاليفورنيا، متوسط التبكير فى النضج. الثمار كبيرة ومتوسطة الصلابة.

- سولانا Solana:

سولانا من إنتاج جامعة كاليفورنيا، متأخر النضج. الثمار كبيرة (Scott وآخرون ١٩٧٣، و ١٩٨١، وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية ١٩٨٠، و Welch وآخرون ١٩٨٢).

- سيكيويا Sequoia:

سيكيويا من إنتاج جامعة كاليفورنيا، وهو صنف مبكر، ثماره كبيرة الحجم ولكنها تفتقر إلى الصلابة.

- بريتون Bryton:
- أيكو Iko.
- فستا Vista.

ولمزيد من التفاصيل عن الأصناف القديمة من الفراولة، ونشأتها، ومواصفاتها .. يراجع Darrow (١٩٣٧)، و Hyams (١٩٦٢)، و Brooks & Olmo (١٩٧٢)، و Scoot وآخرين (١٩٧٣)، و Scott & Lawrence (١٩٧٥).

ثانيا: أصناف أدخلت منذ فترة، ومازالت تزرع على نطاق محدود:

تتضمن هذه القائمة الأصناف التالية:

● كابيتولا Capitola:

أنتج الصنف كابيتولا بواسطة جامعة كاليفورنيا فى عام ١٩٩١، وهو صنف محايد للفترة الضوئية، وأدخل إلى مصر من أجل الزراعات الفريجو. الثمار كبيرة الحجم، قمعية، ومنتظمة الشكل، وتتشابه مع ثمار الصنف تشاندلر فى اللونين الخارجى والداخلى، وهى قليلة الصلابة نسبيًا. الثمار الحقيقية (البذور الفقيرة achenes) صفراء إلى حمراء فاتحة اللون. الثمار حمضية الطعم قليلاً (USA ١٩٩٦أ). محصوله مرتفع تحت الظروف المصرية.

● دوريت Dorit:

أنتج هذا الصنف فى عام ١٩٩١ من التهجين بين الصنفين دوفر أ Dover A، ونوريت Norit، وهو صنف قصير النهار، ومبكر، تزرع شتلاته الطازجة خلال الفترة من ١ إلى ١٠ أكتوبر، حيث يبدأ فى الإنتاج فى أواخر نوفمبر، ولكنه قليل المحصول نسبيًا.

الثمار كبيرة الحجم، ومتوسطة الصلابة، ولونها الخارجى أحمر برتقالى، والداخلى أحمر فاتح، مخروطية الشكل إلى مخروطية بقمة مسطحة، تزيد فيه كثيرًا نسبة الثمار غير المنتظمة الشكل. يبقى كأس الزهرة ملتصقا بشدة بعنق الثمرة.

النمو الخضرى قوى، والأوراق لونها أخضر زاه، والنباتات شديدة الحساسية للملوحة.

● عوفرا Ofra:

صنف عوافر قصير النهار أنتج فى عام ١٩٩٢ من التهجين بين الصنف باركر Paraker وسلالة تأخذ الرقم ١١١. الصنف غزير الإنتاج، يزرع بالشتلات الطازجة خلال الفترة من ١٠ إلى ١٥ سبتمبر، حيث يبدأ فى الإنتاج فى منتصف شهر نوفمبر، ويستمر إلى نهاية الموسم. الثمار كبيرة الحجم، جيدة الطعم، ذات لون أحمر ضارب إلى البرتقالى خارجيًا وداخليًا، لامعة، قمعية بقمة مسطحة، لاينفصل كأس الزهرة عنها بسهولة.

تقع البذور (الثمار الحقيقية) على مستوى منخفض عن سطح الثمرة. من أهم عيوب هذا الصنف ارتفاع نسبة الثمار غير المنتظمة الشكل، وحساسية النباتات لكل من الملوحة وزيادة مياه الرى. ويتميز الصنف عوفرا بنموه القوى، وإنتاجه الوفير من المدادات، وعدم حساسيته للحرارة العالية، وقدرته على تكوين مبادئ الأزهار فى الفترات الضوئية الطويلة نسبيًّا على الرغم من كونه قصير النهار؛ مما يعنى أن الحد الأقصى لطول الفترة الضوئية التى يمكن أن يتهيأ النبات عندها لتكوين مبادئ الأزهار تزيد فيه عما فى الأصناف الأخرى القصيرة النهار.

- باخارو Pajaro:

أنتج الصنف باخارو بواسطة جامعة كاليفورنيا فى عام ١٩٧٩، وهو صنف قصير النهار، متأخر. الثمار كبيرة، وصلبة، مخروطية الشكل، جيدة الطعم، لونها أحمر قاتم، متجانسة التلوين، ولامعة. من عيوب الصنف ظهور أكتاف بيضاء بالثمار فى الجو البارد، وحساسيته لزيادة الرطوبة الأرضية تتحمل النباتات العنكبوت الأحمر. النمو الخضرى متوسط، ويزرع بالشتلات المجمدة.

- سعيد Saaid:

أنتج الصنف سعيد فى عام ١٩٩١ من التهجين بين الصنفين راكيل Rachel، ودوجلاس Douglas، وهو صنف قصير النهار ومبكر. الثمار كبيرة، وصلبة، ولونها الخارجى والداخلى أحمر، قمعية إلى قمعية مزدوجة فى الشكل. تقع البذور عند مستوى سطح الثمرة. يلتصق كأس الزهرة بقوة بالثمرة. النمو الخضرى قوى، وإنتاج المدادات متوسط.

- شارون Sharon:

أنتج الصنف شارون فى عام ١٩٩١ من التهجين بين الصنفين راكيل وشاندلر، وهو قصير النهار، غزير الإنتاج، ومبكر. يزرع الصنف شارون بالشتلات الطازجة فقط، ويكون ذلك فى منتصف شهر سبتمبر، ويبدأ فى الإنتاج فى منتصف شهر نوفمبر، ويستمر حتى نهاية الموسم. الثمار كبيرة جدًّا، وصلبة جدًّا، ولونها الخارجى أحمر، وعريضة ذات قمة طويلة مسطحة أو مسننة. تقع البذور أسفل مستوى سطح الثمرة،

ولاينفصل الكأس بسهولة عن الثمرة. النبات متوسط فى إنتاجه من المدادات، وفى نموه الخضرى، وفى محصوله. يُعاب على الصنف الكثرة الهائلة لنسبة ما ينتجه من ثمار غير منتظمة الشكل، وعدم انتظام تلوين الثمار داخليًا، وانخفاض محتواها من السكر.

• سمادار Smadar :

أنتج الصنف سمادار فى عام ١٩٩١ من التهجين بين الصنفين راكيل، ودوفر أ Dover A، وهو صنف قصير النهار ومبكر. الثمار كبيرة، وصلبة، ولونها الخارجى والداخلى أحمر، وذات شكل قمعى مزدوج أو أسطوانى. تقع البذور تحت مستوى سطح الثمرة. لاينفصل كأس الزهرة بسهولة عن الثمرة. النبات قوى النمو، وينتج المدادات بوفرة نسبية.

• نَعمة Nama:

صنف مبكر جدًا نتج من التهجين بين الصنف شاندلر وسلالة برقم ٢٣٢.

ثالثا: أصناف موصى بها وتنتشر زراعتها

تتضمن هذه القائمة الأصناف التالية:

• سى سكيب Seascape:

أنتجت جامعة كاليفورنيا الصنف سى سكيب فى عام ١٩٩١، وهو صنف محايد للفترة الضوئية. الثمار تكون فى بداية الموسم كبيرة وجذابة، وهى قمعية الشكل طويلة لونها أحمر براق خارجيًا، وأحمر داخليًا، ومتوسطة الصلابة. أما الثمار الحقيقية "البذور" (الفقيرة achenes) فهى صفراء اللون براقة إلى حمراء قليلاً، وتبرز قليلاً من سطح الثمرة أو تكون فى مستواه (USA ١٩٩٦جـ). النمو الخضرى قائم، وإنتاج النباتات من المدادات ضعيف جدًا. ومحصول الصنف سى سكيب جيد إلا أنه أقل إنتاجًا من كلٍ من سلفا وأوزوجراندى.

• سلفا Selva:

أنتجت جامعة كاليفورنيا الصنف سلفا فى عام ١٩٨٣، وهو صنف محايد للفترة الضوئية، ومبكر جدًا فى الإنتاج، حيث يبدأ حصاده خلال شهر نوفمبر فى مصر بعد

نحو ٦٠-٦٥ يومًا من زراعة الشتلات الطازجة. الثمار حمراء لامعة ومظهرها جذاب، وصلبة، ولكنها رديئة الطعم وينخفض محتواها من السكر، وخاصة إذا قطفت قبل اكتمال نضجها؛ ولذا .. يتعين أن تكون الثمار كاملة التلوين عند حصادها. والثمار مخروطية إلى مكعبة الشكل، بينما تكون قمة البعض منها مسطحة، وهى كبيرة الحجم، وتحتفظ بحجمها طوال موسم الحصاد، ولكنها قد تصبح غير منتظمة الشكل. وتحتفظ الثمار بجودتها لفترة طويلة بعد الحصاد. ويعاب على الثمار احتمال ظهور تجويف داخلى بها.

تنتج النباتات عددًا كافيًا من المدادات فى المشتل، ولكن عدد الشتلات التى ينتجها الصنف (سواء كانت للزراعات الفرش فى سبتمبر، أم للتجميد فى أول يناير) يقل عما ينتجه الصنف شاندلر، علمًا بأن سلفا يعطى عددًا أكبر من التيجان الجانبية والأزهار المبكرة عن شاندلر (Ragab ١٩٩٦). ويختلف هذا الصنف عن الأصناف الأخرى المحايدة للفترة الضوئية فى أن الأمهات فقط وبعض نباتات المدادات الأولى هى التى تزهر. والصنف قابل للإصابة بالبياض الدقيقى، وشديد القابلية للإصابة بالعنكبوت الأحمر، إلاّ أنه يتحمل مرض تبقع الأوراق. ويعاب على الصنف حساسية النباتات لنقص الرطوبة الأرضية أو زيادتها، ولملوحة التربة.

النمو الخضرى قوى، والأوراق لونها أخضر داكن، والنبات غزير الإنتاج.

يستعمل الصنف سلفا فى كل من الزراعات الصيفية (الفريجو)، والشتوية (الفرش)، وهو من أصناف التصدير الهامة، ويعد أهم الأصناف المحايدة للفترة الضوئية التى تنتشر زراعتها فى مصر حاليًا.

● كاماروزا Camarosa:

أنتج الصنف كاماروزا بواسطة جامعة كاليفورنيا فى عام ١٩٩٢، وهو صنف قصير النهار، ومبكر، ويستمر فى الإنتاج لفترة طويلة فى دورات إنتاجية طويلة، وهو يعد حاليًا أكثر أصناف الفراولة انتشارًا فى الزراعة لأجل الاستهلاك الطازج على مستوى العالم. ولقد حل هذا الصنف فى الزراعة محل كل من شاندلر فى كاليفورنيا، وأوزوجراندى فى إسبانيا، كما انتشرت زراعته على نطاق واسع فى مصر منذ عام ١٩٩٨.

تزرع الشتلات الطازجة للصنف كاماروزا بعد زراعة كلا من سويت تشارلى وروزالندا، وذلك فى بداية شهر أكتوبر، علمًا بأن إنتاجه يبدأ فى نهاية شهر نوفمبر وأوائل ديسمبر. ويتميز كاماروزا بتجانس ثماره فى الشكل والحجم على امتداد موسم الحصاد، ويكون معظمها للتصدير.

المحصول عالٍ جدًا، والثمار كبيرة الحجم، مخروطية الشكل ذات نهاية مسطحة، جيدة التكوين، وحمراء لامعة، ومتجانسة التلوين، ولونها الداخلى أحمر كذلك؛ وبذا يمكن حصادها وهى فى مرحلة نضج أكثر تقدمًا عما فى الأصناف الأخرى؛ الأمر الذى يسمح بارتفاع محتواها من السكر، كما تكون فى الوقت ذاته أكثر تحملاً للتداول. الثمار الحقيقية ذات لون أحمر فاتح إلى أحمر قاتم وتقع فى مستوى سطح الثمرة، أو منخفضة قليلاً. ولا تظهر بالثمار تجاويف داخلية. ولهذه الأسباب مجتمعة .. فإن كاماروزا يناسب كلا من التصدير، والاستهلاك المحلى الطازج، وصناعة المربى، والتجميد.

- شاندلر Chandler:

أنتجت جامعة كاليفورنيا الصنف شاندلر فى عام ١٩٨٣، وهو قصير النهار، وغزير الإنتاج، ولكنه متأخر، ولقد انتشرت زراعته على مستوى العالم – بما فى ذلك مصر – ومازال من الأصناف الهامة فى الزراعة محليًا وعالميًا. ينتج شاندلر المحصول فى دورات واضحة. الثمار مخروطية طويلة الشكل إلى مسطحة وذات قمة مسطحة. اللون الخارجى للثمرة أحمر براق. تتميز الثمار بصلابتها وبارتفاع محتواها من السكر، ولكن ليس بدرجة ثمار كاماروزا، وهى أكثر حلاوة وأفضل نكهة عن ثمار سلفا.

تكثر بثمار شاندلر اللون الأبيض بالأكتاف وبالقمة، كما يميل إلى إنتاج ثمار صغيرة، أو ثمار لا تكون قمتها ملقحة.

ينتج النبات المدادات بغزارة، والنمو الخضرى قوى، وتحت ظروف ازدياد طول النهار وارتفاع درجة الحرارة فى الربيع يزداد النمو الخضرى على حساب إنتاج الثمار. لون الأوراق أخضر زاه.

يعتبر شاندلر كثير القابلية للإصابة بالعفن الرمادى بسبب نموه الخضرى الغزير الشجيرى الذى يجعل من الصعب مكافحة الفطر *Botrytis*، ولكنه أقل تعرضًا للإصابة بالبياض الدقيقى وأكثر تحملاً للملوحة عن سلفا. ويذكر Nelson & Gubler (١٩٩٦) أن شاندلر مقاوم جزئيًا للبياض الدقيقى.

يزرع شاندلر أساسًا بالشتلات المجمدة، كما يمكن زراعته بالشتلات الطازجة إلا أنه متأخر.

- أوزوجراندى Oso Grandie:

أنتجت جامعة كاليفورنيا الصنف أوزوجراندى فى عام ١٩٨٧، وهو قصير النهار، غزير الإنتاج، ولكنه متأخر، ويكون معظم إنتاجه خلال منتصف الموسم. الثمار كبيرة، وصلبة، ولامعة، وترتفع فيها نسبة السكر (USA ١٩٩٦ب). تكثر بالثمار أحيانًا ظاهرة عدم انتظام النضج. اللون الخارجى للثمار أحمر، والداخلى أقل احمرارًا، وهى مخروطية الشكل وقمتها مسطحة دائرية بوضوح. ومن عيوب هذا الصنف أن ثماره حساسة لظاهرة التفلق، كما قد يتكون فيها فجوات داخلية، وقد ينتج ثمارًا بيضاء (ألبينو).

يعطى أوزوجراندى محصوله فى دورات مثل شاندلر، ولكنه أبكر إنتاجًا عن شاندلر وأعلى منه محصولا، ويكون أكثر من ٥٠٪ من إنتاجه خلال شهرى مارس وأبريل.

تنتج النباتات المدادات بوفرة، ويزرع الصنف أساسًا بالشتلات المجمدة، كما يمكن زراعته بالشتلات الطازجة إلا أنه متأخر.

- روزالندا Rosa Linda:

أنتج الصنف روزالندا بواسطة جامعة فلوريدا فى عام ١٩٩٦، وهو مبكر، وغزير الإنتاج. تتباين الثمار الأولى فى شكلها، ولكن الثمار التالية لها تكون مخروطية الشكل، جيدة التكوين. والثمار ذات لون خارجى أحمر قاتم براق، ولونها الداخلى أحمر، وهى أكثر صلابة من ثمار سويت تشارلى إلا أنها تقل قليلاً فى محتواها من السكر عن ثمار سويت تشارلى.

يُعاب على الصنف روزالندا أن قمة الثمرة تكون أحيانًا خضراء اللون فى بداية

الموسم، ولا تتلون تلك القمة فى الحرارة المنخفضة (Chandler وآخرون ١٩٩٧ب)، كما أنه ينتج أعدادًا كبيرة جدًّا من الثمار الصغيرة بالقرب من نهاية الموسم. ويعاب على الصنف كذلك أن إنتاجه من المدادات ضعيف جدًّا.

● سويت تشارلى Sweet Charlie:

أنتج الصنف سويت تشارلى بواسطة جامعة فلوريدا فى عام ١٩٩٢ من التهجين بين سلالة فلوريدا FL80-456، والصنف باخارو Pajaro. وسويت تشارلى صنف قصير النهار، عالى الإنتاج، ومبكر جدًّا، يزرع بالشتلات الطازجة فى بداية موسم الزراعة الفرش حوالى منتصف شهر سبتمبر، ويبدأ فى الإنتاج فى خلال ٥٥ يومًا وقبل منتصف شهر نوفمبر، ويعطى نسبة كبيرة من إنتاجه قبل نهاية شهر فبراير.

النباتات قوية النمو، والأوراق خضراء لامعة، والوريقات ملتفة إلى أعلى قليلاً (فنجانية الشكل).

الثمار جيدة التكوين، مخروطية الشكل بقمة مسطحة، يرتفع محتواها من السكر، ولونها أحمر برتقالى من الخارج والداخل ولكن مع خطوط بيضاء اللون من الداخل، وهى لامعة. البذور ذات لون أصفر ضارب إلى الخضرة. كأس الثمرة أخضر كبير. يُعاب على الثمار ضعف صلابتها. يُعد سويت تشارلى حاليًّا أكثر أصناف الفراولة انتشارًا فى الزراعة بولاية فلوريدا الأمريكية، حيث قدرت مساحته بنحو ٤٠٪ من مساحة الفراولة فى تلك الولاية فى عام ١٩٩٨ (Chandler وآخرون ١٩٩٧أ).

رابعًا: أصناف أدخلت حديثًا ومازالت تحت الاختبار

تتضمن هذه القائمة الأصناف التالية:

● آناهيم Anaheim:

أنتجت جامعة كاليفورنيا الصنف آناهيم فى عام ١٩٩٢، وهو صنف قصير النهار، يشبه شاندلر فى عديد من الوجوه إلاّ أنه أكثر تأخيرًا، وثماره أكثر صلابة، ونباتاته أقوى نموًّا وأكثر انتصابًا عن شاندلر. يستمر النبات فى الإنتاج لمدة طويلة، ويتشابه مع شاندلر فى دوراته الإثمارية. وبالمقارنة مع شاندلر .. فإن الثمار أقل حجمًا وبريقًا، ولكنه أعلى محصولاً عن شاندلر. وعلى الرغم من طعم الثمار الجيد فإنها تفتقر إلى

الرائحة المميزة التى توجد فى ثمار شاندلر. البذور صفراء إلى فاتحة اللون، وتبرز قليلاً من سطح الثمرة. ويعتبر آناهيم متوسط المقاومة لكل من تبقع الأوراق والبياض الدقيقى.

● كارلس باد Carlsbad:

أنتجت جامعة كاليفورنيا الصنف كارلس باد فى عام ١٩٩٢، وهو صنف قصير النهار، يستمر فى الإنتاج على مدى فترة زمنية طويلة. وبالمقارنة مع شاندلر .. فإن كارلس باد يعد أكثر تبكيرًا، وأعلى محصولاً، وثماره أكبر حجمًا، وأكثر صلابة، ونباتاته أقوى نموًّا عن شاندلر. تكون الثمار الأولى مسطحة إلى مخروطية، بينما تكون الثمار التالية فى التكوين مكعبة أو مخروطية الشكل. اللون أحمر أقل دكنة وبريقًا من شاندلر. الثمار الحقيقية صفراء إلى حمراء قاتمة اللون تقع فى مستوى سطح الثمرة أو أعلى منه بقليل. الطعم جيد. النباتات متوسطة المقاومة لتبقع الأوراق والبياض الدقيقى، وأكثر تحملاً للعنكبوت الأحمر عن شاندلر.

● كويستا Cuesta:

أنتج الصنف كويستا بواسطة جامعة كاليفورنيا فى عام ١٩٩٢، وهو قصير النهار، ويشبه الصنف شاندلر إلا أنه أعلى عنه محصولاً، وثماره أكبر حجمًا وأكثر تجانسًا، وأكثر صلابة، ونباتاته أكثر انفتاحًا وأقل نموًّا مقارنة بشاندلر. الثمار الحقيقية لونها أحمر فاتح إلى أحمر قاتم، وتقع فى مستوى سطح الثمرة أو فى مستوى منخفض عنه قليلاً. يستمر كويستا فى الإنتاج لفترة طويلة، وفى دورات واضحة مثل شاندلر، ولكن يتميز عنه أن ثماره تبقى كبيرة الحجم حتى نهاية الموسم. يتحمل النبات الإصابة بالعنكبوت الأحمر.

● كابارلا Cabarla:

صنف أسترالى قصير النهار، مبكر، وعالى المحصول. الثمار صلبة، حمراء لامعة، ومتوسطة الحجم. النمو الخضرى مسطح. يناسب الزراعة الفرش.

● لاجونا Laguna:

أنتجت جامعة كاليفورنيا الصنف لاجونا فى عام ١٩٩٢، وهو قصير النهار يشبه

شاندلر، إلاّ أنه أكثر تأخيرًا، وثماره أكبر حجمًا، وأكثر صلابة، ونباتاته أقوى نموًّا عن شاندلر. الثمار مخروطية الشكل، لونها الخارجى أحمر ضارب إلى البرتقالى، ولونها الداخلى أحمر باهت. البذور صفراء إلى حمراء فاتحة اللون، وتقع على مستوى منخفض قليلاً عن سطح الثمرة. المحصول عالٍ، ويعطى الصنف محصوله فى دورات مثل شاندلر، ولكنه يستمر فى الإنتاج لفترة طويلة. النباتات متوسطة المقاومة لتبقع الأوراق، والبياض الدقيقى، وأكثر تحملاً للعنكبوت الأحمر.

- ردلاندز هوب Redlands Hope:

صنف ردلاندز هوب أسترالى، قصير النهار، مبكر إلى متوسط التبكير فى الإنتاج. الثمار كبيرة، وصلبة، لونها أحمر برتقالى، لامعة. النمو الخضرى قوى ومفتوح.

- ردلاندز جوى Redlands Joy:

صنف ردلاندز جوى أسترالى، قصير النهار، يشبه الصنف ردلاندز هوب، ولكن نموه الخضرى أقل قوه منه.

- تامار Tamar:

تامار صنف مبكر جدًّا، ثماره متوسطة الصلابة جيدة التكوين، وطعمها جيد جدًّا، والمحصول عالٍ جدًّا.

- يائيل Yael:

يائيل صنف مبكر إلى متوسط التبكير، ثماره كبيرة جدًّا، حمراء قاتمة اللون، ولامعة صلبة جدًّا، وطعمها جيد جدًّا.

- ملاك.
- هدّاس.
- كارتونو Cartuno:

يعطى الصنف كاتونو ثماره فوق مستوى النمو الخضرى، وهى مخروطية الشكل.

خامسًا: أصناف يوصى بإدخالها واختبارها تحت الظروف المحلية

تتضمن هذه القائمة فى الوقت الحالى (٢٠٠١) الأصناف التالية:

- كالديرونا Calderona:

أنتج الصنف كالديرونا فى إسبانيا فى عام ١٩٩٥، وهو أكثر تبكيرًا عن شاندلر وأوزوجراندى، ولكنه متأخر قليلاً عن كاماروزا. والنباتات متوسطة فى قوة نموها، وأقل طولاً من كاماروزا. الثمار متوسطة إلى كبيرة الحجم، وتعد أصغر من ثمار كاماروزا، وأكبر من شاندلر، وهى طويلة، وتكون غالبًا على شكل مخروطين ملتصقين. والثمار متجانسة الشكل، لامعة، صلبة، وذات لون خارجى أحمر نبيتى، ولون داخلى أحمر متوسط شبيه باللون الداخلى لكل من كاماروزا وشاندلر، ولكنه أكثر دكنة عن أوزوجراندى. تقع البذور فى مستوى منخفض عن مستوى سطح الثمرة. لايوجد بالثمار تجويف داخلى غالبًا. وصلابة الثمار تماثل صلابة كاماروزا، وهى ذات طعم جيد، ومتوسطة الحلاوة، وعالية الحموضة، ويسهل حصادها.

- بلكان Pelcan:

أنتج الصنف بلكان بواسطة وزارة الزراعة الأمريكية فى عام ١٩٩٦، وهو قصير النهار، ومقاوم لكل من الأنثراكنوز والقلب الأحمر. النمو الخضرى قائم، ويماثل شاندلر فى الإنتاج وموعده، ولكن ثماره أكبر حجمًا. والثمار طويلة ذات قمة مسطحة، وذات لون أحمر برتقالى لامع، ولونها الداخلى وردى، وهى متوسطة الصلابة، وجيدة الطعم.

- إيرلى برايت Earlybrite:

أنتجت جامعة فلوريدا الصنف إيرلى برايت عام ٢٠٠٠ من تهجين أجرى عام ١٩٩٣ بين الصنف روزالندا وسلالة فلوريدا FL90-38، وهو صنف مبكر جدًّا، غزير الإنتاج، وثماره كبيرة نسبيًا وفى حجم ثمار كماروزا، وجيدة الطعم. ويعتبر إيرلى برايت أقل قابلية للإصابة بعفن بوتريتس من سويت تشارلى، وأقل قابلية للإصابة بالبياض الدقيقى – الذى يسببه الفطر *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae* من كماروزا، إلاّ أنه شديد القابلية للإصابة بالعنكبوت الأحمر العادى. وكان هذا الصنف قد اختبر تحت مسمى سلالة فلوريدا ٩٣–١٠٠ FL93-100 (Chandler ٢٠٠١أ).

- استروبرى فِستيفال Strawberry Festival:

أنتج صنف الفراولة استروبرى فِستيفال بواسطة جامعة فلوريدا من تهجين أجرى فى

عام ١٩٩٥ بين الصنفين روزالندا وأوزو جراندى، وكان قد اختـبر تحـت مسـمى سـلالة فلوريدا رقم ٩٥-٤١ FL95-41. ويعتبر استروبرى فستيفال من الأصناف القصيرة النهار، وهو يجمع بين تبكير الصنف روزالندا وشكل ثماره المرغوب فيه، مع ثمار أوزو جراندى الكبيرة والصلبة. الثمـار مخروطيـة الشـكل ولونـها الخـارجى أحمـر قـاتم (شـكل ٣-١) والداخلى أحمر براق مثل ثمار الصنف كماروزا. كأس الثمرة كبير وظاهر، والثمـرة صلبـة وجيدة الطعم. لايقل هذا الصنف فى كمية محصوله المبكر عن سويت تشارلى، وهـو مثـل إيرلى برايت أقل قابلية للإصابة بعفن بوترايتس من سويت تشارلى، وأقل قابلية للإصابـة بالبياض الدقيقى من كماروزا (Chandler وآخرون ٢٠٠٠ب).



الفصل الرابع

الاحتياجات البيئية وتعقيم التربة

التربة المناسبة

إن أفضل الأراضى لزراعة الفراولة هى الطميية الخفيفة والرملية، ولا تنجح زراعته فى الأراضى الجيرية، أو الرديئة الصرف، أو الموبوءة بالنيماتودا، أو فطريات الذبول، أو الحشائش المعمرة، مثل: النجيل والسعد والحلفا، أو الملحية ولو بدرجة خفيفة.

وتؤدى زيادة الملوحة فى التربة إلى تقزم النباتات، واحتراق حواف الأوراق، وموت الجذور النشطة فى الامتصاص. ويتوقف تكوين جذور جديدة من التيجان عند زيادة الأملاح على سطح التربة. ويؤدى ذلك كله إلى أن تصبح النباتات غير مثبتة جيدًا فى التربة، ويقل محصولها كثيرً.

ويمكن فى الزراعات المحمية للفراولة التحكم فى مستوى الملوحة الذى تتعرض له النباتات، بحيث يسمح لها بتكوين نمو خضرى قوى قبل أن تبدأ فى الإزهار، ثم بعد ذلك يمكن زيادة تركيز الأملاح قليلاً؛ مما يؤدى إلى تحسين نوعية الثمار دون أن يتأثر المحصول الكلى للنباتات (عن Awang & Atherton ١٩٩٥).

ويفضل أن يتراوح pH التربة فى حقول الفراولة بين ٥,٥، و ٦,٥، ويحسن ألاّ يزيد عن ٧,٥ .

تأثير العوامل الجوية

يناقش موضوع تأثير العوامل الجوية على نبات الفراولة بشئ من التفصيل ضمن فسيولوجيا المحصول، أما الآن .. فإننا نتناول باختصار موضوع الاحتياجات البيئية للنبات.

تختلف استجابة الفراولة للفترة الضوئية باختلاف الأصناف؛ فالأصناف المحايدة

للفترة الضوئية ليس لها احتياجات خاصة من الفترة الضوئية لكى تزهر. بينما تتهيأ الأصناف القصيرة النهار للإزهار فى النهار القصير. وعمومًا .. فإن الفترة الضوئية الطويلة والجو الدافئ يناسب الجو الخضرى الجيد وتكوين المدادات.

وبينما يناسب النمو الخضرى حرارة تتراوح بين ١٥، و ٣٠°م، فإن الحرارة المناسبة للإزهار هى ١٥°م. ويقل معدل النمو النباتى والمحصول بارتفاع أو انخفاض درجة الحرارة عن ذلك المدى. ويعتبر الجو البارد المعتدل مثاليًّا لإنتاج الفراولة حيث تكون الثمار المنتجة أكثر صلابة. ويساعد النهار الصحو مع الليل المائل للبرودة على زيادة نسبة السكر بالثمار، كما تزيد صلابة الثمار عندما يكون الجو جافًا أثناء النضج (Scott & Lawerence ١٩٧٥). ولدرجة الحرارة تأثير كبير على المدة التى يستغرقها نضج الثمار من وقت تفتح الأزهار. فهى تكون حوالى شهر عندما يتراوح المدى الحرارى بين ١٦، و ١٨°م ليلاً، و ٢١–٢٧°م نهارًا، وتقصر بارتفاع درجة الحرارة عن ذلك (Scott وآخرون ١٩٧٣).

ويقل معدل النمو النباتى بانخفاض الحرارة عن ١٥°م حتى يتوقف تمامًا فى ١٠°م. وتختلف الأصناف كثيرًا فى مدى تحملها للبرودة، وخاصة عند انخفاض الحرارة إلى ما دون الصفر المئوى، حيث يمكن أن تتأثر الأعضاء الجنسية بالأزهار؛ مما يؤدى إلى تلف بعض الأزهار، أو تلف جميع الأزهار بالنورة، وتكون الزهرة الأولى بالعنقود هى أكثر الأزهار حساسية للحرارة المنخفضة. ونظرًا لأن الأزهار الأولى تعطى أكبر الثمار حجمًا، فإن ذلك يؤثر على المحصول كمًا ونوعًا.

وتكون أقلام ومياسم الأزهار أكثر حساسية للحرارة المنخفضة عن متوكها. وتعد الحرارة الحرجة التى يحدث عندها الضرر للمياسم هى -٣°م. وإذا ما حدث ضرر لبعض أمتعة الزهرة بعد إخصاب بويضاتها، فإنها تفشل فى إكمال نموها؛ مما يؤدى إلى إنتاج ثمار مشوهة (Ki & Warmund ١٩٩٢).

وتجدر الإشارة إلى أن أصناف الفراولة التى تزرع معمرة فى شمال الولايات المتحدة تتحمل تيجانها حرارة تجمد تصل إلى ٤٠°م تحت الصفر.

وترتبط الحرارة العالية سلبيًا – كذلك – مع كل من المحصول، وعدد الثمار،

ومتوسط وزن الثمرة فى الفراولة، وهى صفات ترتبط جميعها إيجابيًا مع حجم تاج النبات. ويبدو أن التأثير السلبى للحرارة العالية على المحصول ومكوناته يحدث من خلال تأثيرها على النمو الخضرى للنبات، الذى يكون محدودًا فى الحرارة العالية (Mière وآخرون ١٩٩٨).

تعقيم التربة

الحاجة إلى تعقيم التربة وأهمية بروميد الميثايل

يفيد تعقيم التربة فى التخلص من بذور الحشائش، ومسببات الأمراض من بكتيريا وفطريات، ونيماتودا، وكذلك من بعض الآفات الحشرية والحيوانية التى تجد فى التربة مأوى لها.

ويعد بروميد الميثايل methyl bromide أهم المركبات المستعملة فى تعقيم التربة، ويخلط معه الكلوروبكرن إما بنسبة ٢٪ فقط لمجرد إكساب المخلوط رائحة نفاذه لتجنب التعرض للغاز الشديد السمية للإنسان دون الإحساس بوجوده، وإما بنسبة ٣٣٪ لإكساب المخلوط قوة قتل أكبر لآفات التربة.

يتميز الكلوروبكرن chloropecrin (وهو الغاز المسيّل للدموع tear-gas) بأن مفعوله القاتل على الكائنات الدقيقة هو الأوسع والأكثر تأثيرًا مقارنة بالمركبات الأخرى التى تستعمل فى تبخير التربة. كذلك يعد بروميد الميثايل – هو الآخر – واسع التأثير على مختلف الكائنات، وهو بالتأكيد مبخر أفضل، حيث يتحرك وينتشر فى التربة لأعماق أكبر من تلك التى يصل إليها الكلوروبكرن. ولذا .. فإن التبخير بكليهما معًا ذو تأثير تداؤبى Synergestic؛ بمعنى أن تواجدهما معًا يعطى تأثيرًا أفضل من حاصل جمع تأثير كل منهما منفردًا.

ويعد بروميد الميثايل – من الوجهة الزراعية – هو أفضل المركبات التى تستعمل فى تعقيم حقول الفراولة المعدة للزراعة، إلا أن لهذا المركب آثاره السلبية على البيئة بسبب تحطيمه لطبقة الأوزون فى الغلاف الجوى، وهى الطبقة التى تحمى الكرة الأرضية من الجانب الأكبر من الأشعة فوق البنفسجية المنبعثة من الشمس. ولذا فمن المتفق عليه

تخفيض كمية بروميد الميثايل التى تستهلكها الدول المتقدمة - تدريجيًا - بداية من عام ٢٠٠١ إلى أن يتوقف استعماله كلية فى عام ٢٠٠٥، مع امتداد فترة السماح باستعمال الغاز فى الدول النامية حتى عام ٢٠١٥. وعلى الرغم من هذا الامتداد لفترة السماح باستعمال الغاز، فإن الدول المتقدمة المستوردة لمحصول الفراولة من الدول النامية قد لا تسمح باستيراد المحصول من إنتاج الحقول التى عوملت ببروميد الميثايل. ولسوف يبقى هذا السيف معلقًا على رقاب منتجى الفراولة ومصدريها من الدول النامية، ليظهر فى أى وقت تتوفر فيه الفراولة فى الأسواق العالمية.

ولايقتصر دور التبخير ببروميد الميثايل على التخلص من الآفات والكائنات المرضة فقط، ولكنه يتعداه إلى إحداث تغير كبير فى نوعيات الكائنات الدقيقة المتنافسة التى تعيش فى التربة، والتى تؤثر إيجابيًا على قوة النمو النباتى. ويعنى ذلك أن معاملة التربة ببروميد الميثايل يمكن أن يترتب عليها زيادة فى المحصول حتى فى غياب الكائنات المرضة؛ الأمر الذى أثبته Larson & Shaw (١٩٩٥) تجريبيًا.

وفى دراسة لاحقة لهما .. قارن Larson & Shaw (١٩٩٦) بين معاملة التربة بمخلوط من بروميد الميثايل (٦٧٪)، والكلوروبكرن (٣٣٪) بمعدل ٣٩٢ كجم للهكتار (٣٩,٢ جم للمتر المربع) مع عدم التعقيم، ووجدا أن معدل موت النباتات كان أقل من ٢٪ خلال موسم النمو أيًا كانت المعاملة؛ هذا إلا أن الوزن الجاف لكل من: الأوراق، والتيجان، والجذور ازداد فى معاملة التعقيم عما فى الكنترول. وفى خلال الـ ١٤٣ يومًا الأولى من الزراعة ازدادت نسبة المواد الكربوهيدراتية التى انتقلت إلى الجذور فى معاملة الكنترول عما فى معاملة التعقيم، ولكن تلك الفروق بين نسبة الوزن الجاف للنمو الخضرى إلى النمو الجذرى اختفت فى نهاية فترة الدراسة. وكان محصول معاملة الكنترول ومتوسط وزن الثمرة فيها ٧٢٪، و ٩٠٪ - على التوالى - من المحصول ومتوسط وزن الثمرة فى معاملة التعقيم ببروميد الميثايل.

كذلك وجد Fort وآخرون (١٩٩٦) أن قطر تيجان نباتات الفراولة النامية فى تربة غير معقمة تراوح بين ٧٤٪، و ٧٧٪ من قطر نظيراتها النامية فى تربة معقمة بمخلوط بروميد الميثايل مع الكلوروبكرن، بينما بلغ محصولها ٥٩٪ فقط من محصول النباتات

النامية فى تربة معقمة، هذا فى الوقت الذى لم تتعد فيه نسبة النباتات التى ماتت خلال موسم النمو كله ١٪. ويعنى ذلك أن نمو ومحصول الفراولة يزدادان مع التعقيم ببروميد الميثايل حتى فى غياب مسببات الأمراض من التربة.

وفى دراسة لاحقة وجد Fort & Shaw (١٩٩٨) أن النباتات النامية فى تربة معقمة بمخلوط بروميد الميثايل مع الكلوروبكرن بنسبة ٢ : ١ وبمعدل ٣٩,٢ جم للمتر المربع كانت – مقارنة بالنباتات النامية فى تربة لم تعقم – أقوى نموًا، وأكبر قطرًا، وأعلى فى الوزن الجاف لنموها الخضرى وجذورها الكلية، وكذلك جذورها الدقيقة النشطة فى الامتصاص. ويعنى ذلك وجود علاقة قوية بين النمو القمى والنمو الجذرى، وأن كلاهما يتأثر بشدة بعملية تعقيم التربة ببروميد الميثايل.

وفى فلوريدا .. قورن تأثير تعقيم التربة ببروميد الميثايل (٩٨٪ بروميد ميثايل + ٢٪ كلوروبكرن بمعدل ٢٦,٩ جم للمتر المربع) مع عدم تعقيم التربة على إنتاج الفراولة فى حقل سبقت زراعته بالفراولة لمدة ٢٠ عامًا، ووجد أن النباتات التى زرعت فى أرض لم تعقم انخفض محصولها بنسبة ٥٤٪، و ٦٨٪ فى سنتى الدراسة مقارنة بتلك التى زرعت فى أرض سبق تعقيمها، كذلك أدى عدم تعقيم التربة إلى انخفاض متوسط وزن الثمرة، هذا على الرغم من أن نسبة موت النباتات لم تتعد ٣٪ فى الأرض غير المعقمة (Chandler وآخرون ٢٠٠١).

وفى مصر .. أدى تعقيم التربة باستعمال بروميد الميثايل (٩٨٪ بروميد ميثايل + ٢٪ كلوروبكرن) بمعدل ٥٠جم/م^{2} قبل الشتل بواحد وعشرين يومًا إلى القضاء على أهم فطريات أعفان الجذور، وهى *Sclerotium rolfsii* (أو *Corticium rolfsii*)، و *Macrophomina phaseolina*، و *Rhizoctonia solani*، حيث لم يمكن عزل أى منها لمدة ٦ شهور بعد المعاملة التى خفضت كثيرًا – كذلك – من أعداد الكائنات الدقيقة الأخرى بالتربة. وقد أدى التبخير – إلى جانب خفضه لأعداد النباتات التى تموت بعد الشتل وأثناء موسم النمو – إلى تحسين النمو النباتى ونوعية الثمار (Fahim وآخرون ١٩٩٤).

وفى ولاية ميشيجان الأمريكية قارن Hancock وآخرون (٢٠٠١) سلوك ٢٧ تركيبًا

وراثيًا (٤ أصناف من كاليفورنيا، و ١١ من شرق الولايات المتحدة، و ١٢ هجينًا بين الفراولة و *F. virginiana*) في تربة معقمة ببروميد الميثايل مع الكلوروبكرن (٢ : ١) بمعدل ٣٩,٢ جم/م٢ مع سلوكها في تربة غير معقمة سبقت زراعتها بالفراولة، ووجدوا أن عدم تعقيم التربة أدى - مقارنة بتعقيمها - بصرف النظر عن التركيب الوراثي - إلى نقص إنتاج المدادات بمقدار ٤٣٪، ووزن الثمرة بمقدار ١٨٪، والمحصول بمقدار ٤٦٪، وعدد التيجان بمقدار ٢٧٪، وإلى زيادة تلون الجذور المرضي بمقدار ٤٩٪، وإحداث نقص جوهري في عدد الجذور الدقيقة النشطة في الإمتصاص. وقد أظهرت الجذور المصابة أعراض العفن الأسود، وكانت أكثر المسببات المرضية التي عزلت منها تواجدًا، هي: *Pythium* spp.، و *Rhizoctonia* spp.، و *Idriella lunata*، و *Meloidogyne hapla*. وقد تحسن نمو وسلوك جميع التراكيب الوراثية بتعقيم التربة، على الرغم من أن سلوك هجن الفراولة مع *F. virginiana* كان أفضل - نسبيًا - من سلوك التراكيب الوراثية الأخرى في التربة غير المعقمة.

وجدير بالذكر أنه لم يمكن التعرف على أي تركيب وراثي (نبات أو سلالة أو صنف) من الفراولة ذات تأقلم خاص على كائنات التربة المؤثرة في قوة نمو نباتات الفراولة وإثمارها، ولم يمكن أبدًا تحديد أي تفاعل معنوي بين التركيب الوراثي ومعاملة تعقيم التربة ببروميد الميثايل من عدمه فيما يتعلق بالخصائص الإنتاجية أو خصائص النمو الجذري. وعندما دُرسَ ٤٩ تركيبًا وراثيًا على مدى ٧ سنوات، لم يستدل على وجود أي جين يتحكم في تأقلم الفراولة على الأراضي غير المعقمة ببروميد الميثايل، أو أن جينات تظهر كعوامل هامة مؤثرة في التباينات المظهرية عند تدهور بيئة التربة بعد تكرار زراعة الفراولة لعدة سنوات في أراض غير معقمة (Shaw & Larsen ٢٠٠١).

بدائل بروميد الميثايل

إن جميع بدائل بروميد الميثايل المتاحة حاليًا لا ترقى إلى مستواه؛ فهي إما أقل فاعلية، وإما أن استعمالها مقيد، وإما أن أسعارها عالية. ويعتقد الخبراء أن استعمال أفضل تلك البدائل سوف يصاحبه نقص في كل من المحصول وصفات الجودة يتراوح بين ٢٠، و ٢٥٪.

ومن أهم بدائل بروميد الميثايل المتاحة حاليًّا، ما يلى:

١ - بسترة التربة بالإشعاع الشمسى Solarization:

تعرف عملية بسترة التربة بالإشعاع الشمسى - كذلك - باسم التشميس، وفيها تغطى التربة المرطبة جيدًا بالبلاستيك الشفاف لمدة ٤-٨ أسابيع خلال شهور الصيف الحارة: تكفى هذه المعاملة للتخلص من معظم مسببات الأمراض وبذور الحشائش التى توجد فى الطبقة السطحية من التربة. وللتعرف على التفاصيل المتعلقة بهذه العملية .. يراجع حسن (٢٠٠٠).

٢ - ميتام صوديوم Metam Sodium:

يتوفر الميتام صوديوم على صورة المنتج التجارى فابام Vapam (من إنتاج Amvac)، وهو يعطى نتائج جيدة عند استعماله من خلال شبكة الرى بالتنقيط. وعندما يتلامس الميتام صوديوم مع التربة الرطبة فإنه يبدأ فى التحول إلى methyl isothiocynate، وهو المادة الأساسية السامة لمسببات الأمراض والآفات. ويتعين تغطية التربة المعاملة جيدًا بالبلاستيك وإلاّ فقد الميتام صوديوم فى الهواء الجوى.

وقد قارن Hartz وآخرون (١٩٩٣) تشميس التربة soil solarization منفردًا، أو مع استعمال الميتام صوديوم metam sodium بالتعقيم باستعمال بروميد الميثايل (بروميد الميثايل مع الكلوروبكرن)، ووجدوا أن جميع المعاملات تساوت فى كفاءتها فى التأثير على الفطرين *Phytophthora cactorum*، و *P. citricola*، مقارنة بمعاملة الكنترول. كذلك أفادت عملية تشميس التربة جوهريًّا فى مكافحة الحشائش، ولكنها كانت أقل كفاءة من بروميد الميثايل. وأدت معاملة تشميس التربة - منفردة - إلى زيادة محصول الفراولة بنسبة ١٢٪ مقارنة بمعاملة الكنترول، وعندما استعمل الميتام صوديوم مع التشميس ازداد المحصول إلى ٢٩٪، وتساوى ذلك مع الزيادة فى المحصول التى أمكن الحصول عليها عندما عقمت التربة باستعمال بروميد الميثايل.

ولكن وجد Shaw & Larson (١٩٩٩) أن تعقيم التربة بمخلوط من بروميد الميثايل مع الكلوروبكرن أعطى محصولاً أعلى جوهريًّا عن التعقيم بالميتام صوديوم.

٣ – بازاميد Basamid:

البازاميد هو الإسم التجارى للدازومت Dazomet (من إنتاج BASF)، وهو مماثل للميتام صوديوم ولكن على صورة محببة granular. وكما فى حالة استعمال الميتام صوديوم .. يجب أن تكون التربة المعاملة رطبة، مع إحكام تغطيتها بعد المعاملة.

٤ – تيلون Telone:

التيلون هو المركب الكيميائى 1,3-dichloropropene (من إنتاج Dow AgroSciences)، وهو يعد – حاليًا – أفضل بديل متاح لبروميد الميثايل.

٥ – يوديد الميثايل Methyl Iodide:

يتماثل يوديد الميثايل مع بروميد الميثايل من حيث الكفاءة فى التخلص من جميع مسببات الأمراض، والآفات، وبذور الحشائش التى توجد فى التربة، وتتم المعاملة به كسائل، حيث سريعًا ما ينتشر كغاز فى الجزء المعامل. وليس ليوديد الميثايل تأثيرات سلبية على طبقة الأوزون. هذا .. إلا أن تكلفة استعمال يوديد الميثايل تفوق – فى الوقت الحالى (عام ٢٠٠١) – تكلفة استعمال بروميد الميثايل بنحو ١٠–١٤ ضعفًا. وعلى الرغم من توقع انخفاض أسعاره مع ازدياد الطلب عليه وإنتاجه بكميات كبيرة فى المستقبل، إلا أنه لا يتوقع الإنتهاء من تسجيله للاستعمال فى تعقيم التربة قبل عدة سنوات.

عملية تبخير التربة

العوامل المؤثرة فى كفاءة المبخرات وانتشارها فى التربة

يكون حقن المبخرات fumigants فى التربة – عادة – على الصورة السائلة، ولكن فى حالة المبخرات التى تحتوى على بروميد الميثايل فإن الحقن يكون غالبًا على صورة خليط من بروميد الميثايل السائل والغازى. وسريعًا ما تتبخر الصورة السائلة وتنتشر وتتحرك فى الفراغات المستمرة المتصلة بين حبيبات التربة. وأثناء تحرك تلك الغازات فإنها تذوب فى الماء الأرضى، ويحدث توازن ديناميكى بين الماء الأرضى (حالة المحلول) وهواء التربة (الحالة الغازية). ويحدد تركيز المبخر فى الماء الأرضى كفاءة المعاملة فى تعقيم التربة؛ ذلك لأن تلك الكفاءة هى محصلة للتركيز والوقت. وبينما

يتوقف قتل كل من النيماتودا، والفطريات، وبذور الحشائش على تركيز المبخر فى الماء الأرضى، فإن قتل الحشرات يتوقف على تركيز المبخر فى هواء التربة.

ويتطلب تحسين عملية التعقيم بالتبخير أن تؤخذ فى الاعتبار العوامل التى تسمح بأفضل انتشار للمبخر، بما يؤدى إلى وصوله إلى أكبر حيز ممكن من التربة بأقل كمية ممكنة منه. وعندما لاينتشر أو يتعمق المبخر فى التربة فإن التعقيم يكون ضعيفًا عند العمق التى تصل إليها الجذور، بينما قد يكون زائدًا عند سطح التربة، وقد يتسبب فى إحداث تسمم للنباتات.

تعد التربة المتوسطة الجفاف – التى تكون رطوبتها قريبة من نقطة الذبول – مثالية للانتشار السريع للمبخرات؛ بما يسمح لمكافحة معظم كائنات التربة بكفاءة عالية. هذا إلا أن التربة التى تكون متوسطة الجفاف على عمق ٣٠ سم غالبًا ما تكون شديدة الجفاف عند السطح، ويمكن لبذور الحشائش وبعض الكائنات الأخرى أن تتحمل عملية التعقيم فى مثل هذه الحالات. ويتطلب تعقيم الطبقة السطحية من التربة فى ظروف كهذه تغطية سطح التربة بالبلاستيك. ويستدل من تكثف بخار الماء على السطح السفلى لهذا الغطاء على توفر مستوى مناسب من الرطوبة فى الطبقة السطحية من التربة. وإذا كان سطح التربة جافًا فإنه يمكن ترطيبه برشة خفيفة بالماء، أو بحراثة التربة قبل تبخيرها مباشرة.

ويتوقف توزيع المبخر المحقون فى التربة – بين صورتيه الذائبة والغازية – على كل من الرطوبة الأرضية، ونسبة كل من حجم الماء الأرضى إلى حجم الهواء الأرضى، وطبيعة التربة، وعلى المبخر ذاته. وفى حالة بروميد الميثايل نجد فى التربة الطميية – التى تبلغ فيها نسبة حجم الماء الأرضى إلى الهواء الأرضى ١:١ عند حرارة ٢٠°م – أن المبخر يتوزع بنسبة حوالى ٢٥ فى الهواء الأرضى وبنسبة حوالى ٧٥٪ فى الماء الأرضى. وبالمقارنة .. نجد تحت هذه الظروف ذاتها أن الكلوروبكرن يتوزع بنسبة ٩٪، و ٩١٪ على التوالى. ويعنى ذلك أن بروميد الميثايل ينتشر بسرعة تبلغ حوالى ثلاثة أمثال سرعة انتشار الكلوروبكرن.

أما التيلون Telone (الذى يحتوى على 1,3-dichloropropene، ويعرف – اختصارًا –

باسم: 1,3-D) فإنه ينتشر تحت الظروف السابقة بنسبة ٥٪ فى هواء التربة، و ٩٥٪ فى المحلول الأرضى.

وينتشر المركب Methyl isothiocyanate (اختصارًا: MIT) بنسبة ١٪ فى هواء التربة، و ٩٩٪ فى الماء الأرضى. ويشكل هذا المركب ٢٠٪ من التحضير التجارى Vorlex الذى يحتوى - كذلك - على 1,3-D بنسبة ٨٠٪. كما أن الـ MIT هو المادة الفعالة فى الفابام. ولذا .. فإن الماء الأرضى هو الوسط الذى يتحرك من خلاله الفابام فى التربة.

وعلى الرغم من أن المركبات الفعالة فى مخاليط المبخرات تتحرك فى التربة مستقلة عن بعضها البعض، فإن تأثيرها يكون إضافيًا أو تداؤبيًا.

ويؤثر قوام التربة على كفاءة المعاملة بالمبخرات من خلال تأثيره على كل من حجم الفراغات التى يشغلها هواء التربة، وقدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة. ومن ثم .. فإن الأراضى الرملية الخشنة يمكن تعقيمها وهى أكثر رطوبة مما فى حالة الأراضى الثقيلة التى يجب أن تكون نصف جافة حتى يكون فيها حيز هوائى مستمر يمكن أن ينتشر الغاز من خلاله.

ونظرًا لأن حقن بروميد الميثايل يكون بالضرورة على عمق لا يقل عن ٣٠سم، فإن الأمر يتطلب ألاّ تكون التربة رطبة، وإنما نصف جافة، مع ضرورة توفر قدر ولو يسير من الرطوبة فى الطبقة السطحية من التربة للمساعدة فى زيادة كفاءة المركب فى قتل بذور الحشائش والفطريات.

وليس لحرارة التربة المنخفضة تأثيرًا يذكر على كفاءة التيلون والكلوروبكرن إذا كانت التربة نصف جافة، ولكن كفاءة بروميد الميثايل تنخفض كثيرًا فى حرارة تقل عن ١٠ °م.

وتعد التربة الباردة الرطبة مشكلة مع كل المبخرات. فالحرارة المنخفضة تزيد من قدرة الغازات على الذوبان فى الماء، ومع زيادة الرطوبة تقل كمية المبخر التى تبقى فى التربة على الصورة الغازية. كذلك فإن الرطوبة العالية تحد من استمرارية المسافات البينية المملؤة بالهواء؛ مما يقلل من قدرة المبخر على التحرك فى التربة؛ ومن ثم لايكون التعقيم كاملاً؛ الأمر الذى يسرع من إعادة تلوث الأجزاء التى تم تعقيمها.

وتمتص المادة العضوية التى توجد فى التربة المبخرات؛ مما يُحدث نقصًا كبيرًا فى تركيز المبخر فى الماء الأرضى وهواء التربة. هذا إلاّ أن عملية الامتصاص تلك تكون بطيئة، وعندما يكون تحرك المبخر سريعًا فإن إمتصاصه بواسطة المادة العضوية يكون قليل التأثير (Lembright ١٩٨١).

التبخير ببروميد الميثايل

يحقن بروميد الميثايل على عمق ٣٠سم فى تربة سبقت حراثتها حتى هذا العمق على الأقل، مع جعل أسلحة المحراث - التى توجد خلفها الأنابيب التى تقوم بتوصيل بروميد الميثايل - على مسافة ١٥-٢٠سم من بعضها البعض.

يجب أن تكون التربة رطبة بالقدر الكافى عند المعاملة، مع مراعاة عدم استعمال مصدر أمونيومى للنيتروجين قبل المعاملة أو بعدها بفترة قصيرة، لأن بروميد الميثايل يقلل أعداد بكتيريا النترتة فى التربة؛ الأمر الذى قد يتسبب فى ظهور أعراض التسمم بالأمونيا.

ويجب ألا تقل حرارة التربة على عمق ١٠-١٥ سم عند المعاملة عن ١٠°م، ولا يجب أبدًا إجراء المعاملة عند انخفاض حرارة التربة عن ٥°م. كما يتعين تغطية التربة جيدًا بالبلاستيك مع بقاء الغطاء فى مكانه لمدة لا تقل عن ٤٨ ساعة بعد المعاملة، ثم يرفع. ولاتزرع الفراولة إلا بعد انقضاء ١٥ يومًا من رفع الغطاء حتى يكون الحقل خاليًا تمامًا من آثار المبيد.

ولمزيد من التفاصيل عن عملية تعقيم التربة واستعمال بروميد الميثايل وبدائله .. يراجع حسن (٢٠٠٠).



الفصل الخامس

التكاثر، والمشاتل، وإنتاج الشتلات

التكاثر

طريقة التكاثر

لا تتكاثر الفراولة تجاريًا – فى الوقت الحاضر – إلا بواسطة الشتلات، وهى التى يحصل عليها من نمو المدادات runners التى تُنتجها – فى مشاتل خاصة – نباتات أمهات سبق إكثارها فى مزارع الأنسجة.

وفيما مضى كانت تستخدم الفسائل – وهى التيجان الجانبية – فى إكثار الصنف البلدى (الذى لم يعد مزروعًا). وكان يحصل على الفسائل فى هذه الطريقة بمنع الرى عن المساحة المخصصة لإنتاج الفسائل من نباتات المزرعة القديمة (وهى ٣–٥ قراريط لكل فدان يُراد زراعته، علمًا بأن مساحة القيراط = ١٧٥م٢) .. يمنع الرى عنها قبل تقليعها بنحو ٢–٣ أسابيع، وتقلع النباتات قبل زراعتها مباشرة. وتجهز الفسائل للزراعة بإزالة الأوراق الخارجية الصفراء المسنة، والجذور القديمة المتخشبة، وتقليم جزء من الأوراق الخضراء، ثم تقسم التيجان المركبة إلى نباتات (فسائل أو خلفات) بعدد التيجان الجانبية المتكونة، والتى يتراوح عددها من ٢–١٢ فسيلة. هذا .. ويجب أن تحتوى كل فسيلة على ساق قصيرة، ومجموع جذرى، وبعض البراعم.

أما التكاثر الجنسى للفراولة عن طريق البذور فإنه لا يستعمل إلا فى أغراض التربية فقط.

ونلقى الضوء فى هذا الفصل على مختلف المراحل التى تمر بعملية إنتاج شتلة الفراولة المعتمدة التى تستخدم فى الإنتاج التجارى للمحصول.

تكوين المدادات والعوامل المؤثرة فيه

تتكاثر نباتات الفراولة بتكوينها مدادات من النبات الأم، وهى عبارة عن سيقان

مفترشة تنشأ من البراعم الإبطية فى تاج النبات الأم. وعند العقدة الثانية للمداد يقف نموه الطولى، وينمو البرعم الموجود عندها ليعطى نباتًا جديدًا يكوّن مجموعًا جذريًا عرضيًا بسرعة كبيرة إلى درجة أن النبات الجديد يصبح معتمدًا على ذاته فى خلال ٣-٤ أسابيع من بدية تكوينه.

ويمكن لنباتات الأمهات القوية النمو أن تنتج كلا منها من ١٠-١٥ مدّادًا أوليًا خلال موسم نموها فى المشتل؛ بما يعنى إنتاج كل واحد من نباتات الأمهات لأكثر من ١٠٠ نبات جديد؛ ذلك لأن عملية تكوين المدادات تستمر من النباتات الجديدة المتكونة كذلك. هذا إلاّ أن التقدير الأكثر واقعية لإنتاج المشاتل من الشتلات هو ٥٠ نباتا جديدًا من كل واحد من نباتات الأمهات.

وتنتج الأصناف المحايدة للفترة الضوئية عددًا من المدادات أقل مما تنتجه الأصناف القصيرة النهار. ومن بين الأصناف القصيرة النهار ينتج الصنف شاندلر مدادات يزيد عددها بنسبة ٢٠٪ عما ينتجه الصنف سويت تشارلى. وعلى الرغم من أن نباتات الصنف روزالندا تنمو جيدًا بعد شتلها، إلا أن إنتاجها من المدادات يكون منخفضًا، ويقل بمقدار ٥٠٪ عن إنتاج أى من الأصناف: كماروزا وشاندلر، وسويت تشارلى. كذلك يعتبر إنتاج الصنفين أورزو جراندى، وسى سكيب من المدادات منخفض نسبيًا، ولكن ليس بدرجة انخفاض روزالندا.

ويمكن بيان أوجه الاختلاف بين الأصناف القصيرة النهار والأصناف المحايدة للفترة الضوئية، من حيث الظروف المناسبة لتكوين المدادات، والتيجان الفرعية، والإزهار منها، كما يلى:

١ - الأصناف القصيرة النهار:

تحفز الفترة الضوئية الطويلة والحرارة العالية خلال فصل الصيف النمو الخضرى الجيد وتكوين المدادات فى أصناف الفراولة القصيرة النهار، هذا بينما تحفز الفترة الضوئية القصيرة خلال فصلى الخريف والشتاء تلك الأصناف على الاتجاه نحو الإزهار، حيث يتهيأ فيها تكوين البراعم الزهرية.

وبينما تحفز الفترة الضوئية الطويلة والحرارة العالية صيفًا تميز البراعم الجانبية فى

تيجان الفراولة صيفًا إلى مدادات، فإن الفترة الضوئية الوسط بين تلك التي تناسب تكوين المدادات وتلك التي تناسب الإزهار تحفز النباتات على الزيادة في السمك بتكوين تيجان فرعية جانبية، وهي التي يتوقف تكوينها بمجرد بداية التهيئة للإزهار.

٢ - الأصناف المحايدة للفترة الضوئية:

نجد في الأصناف المحايدة للفترة الضوئية أن إنتاج المدادات يناسبه النهار الطويل، وتستمر التهيئة للإزهار طول الوقت، ولكنها تتوقف في الحرارة العالية.

هذا .. ويزداد إنتاج المدادات كلما بكرنا بزراعة المشاتل، وكذلك عند معاملة المشاتل بالجبريللين (كما سيأتي بيانه في موضع لاحق من هذا الفصل)، وعند المحافظة على قوة نمو النباتات وخلفاتها في المشتل بالخدمة الجيدة، وإزالة الأزهار التي تتكون بها أولاً بأول، وهي التي قد تظهر صيفًا في الأصناف المحايدة للفترة الضوئية عند اعتدال درجة الحرارة.

مراحل إنتاج تقاوى الفراولة ورتبها

يمر إنتاج تقاوى الفراولة - كغيرها من المحاصيل الزراعية - بعدة مراحل تتدرج خلالها التقاوى (وهي الشتلات في حالة الفراولة) في مدى مطابقتها للصفات القياسية، ويطلق على تلك التدرجات اسم الرتب.

رتب شتلات الفراولة

تقسم التقاوى - أو رتب الشتلات - في الفراولة، كما يلي:

رتبة النواة Nuclear Stock

إن رتبة النواة هي تلك النباتات التي يتحصل عليها من مزارع الأنسجة مباشرة - بعد أقلمتها، والتي تخضع لاختبارات الخلو من الفيروسات.

رتبة السوبر إيليت Super Elite

إن رتبة السوبر إيليت هي الشتلات التي تنتج من إكثار تقاوى النواة في تربة معقمة، أو مخلوط زراعة معقم، في بيت محميّ منيع ضد الحشرات، وهي تعرف كذلك برتبة الأساس Foundation Stock.

رتبة الإيليت Elite Stock

إن رتبة الإليت هى التى تنتج من إكثار تقاوى رتبة السوبر إيليت فى تربة معقمة فى بيت محمىّ منيع ضد الحشرات، وهى تعرف كذلك باسم رتبة الأساس.

رتبة التقاوى المسجلة Registered Stock

إن رتبة التقاوى المسجلة هى التى تنتج من إكثار تقاوى رتبة الإليت فى حقل معقم.

رتبة التقاوى المعتمدة Certified Stock

إن رتبة التقاوى المعتمدة هى التى تُنتج فى حقل معقم من إكثار أى من رتب التقاوى السوبر إيليت، أو الإليت، أو المسجلة. تعرف النباتات التى تكثر لغرض إنتاج التقاوى (الشتلات) المعتمدة باسم شتلات الأمهات mother transplants (Filo ١٩٩٦، ووزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٨).

هذا .. وتستخدم الشتلات أو التقاوى المسجلة والمعتمدة فى الإنتاج التجارى للمحصول.

وتزداد تكلفة شتلات الأمهات المستخدمة فى إنتاج الشتلات المسجلة أو المعتمدة كلما ازدادات رتبة نباتات الأمهات بين المسجلة والسوبر إيليت، وتقل معها - فى الوقت ذاته - احتمالات إصابة الشتلات المعتمدة الناتجة منها بالأمراض والآفات. ومع ذلك فإن القانون يحدد حدًّا أقصى لنسب الإصابة بمختلف الأمراض والآفات فى مختلف رتب التقاوى.

شروط إنشاء المشاتل التجارية للفراولة

يحدد قرار وزير الزراعة رقم ٢١٤ لسنة ١٩٨٤ الخاص بتنظيم زراعة الفراولة فى جمهورية مصر العربية شروط إنشاء المشاتل التجارية التى تستعمل فى إنتاج التقاوى المسجلة والمعتمدة من الفراولة، والتى تتضمن ما يلى:

١ - أن تتوافر فى المشتل المراد إنشاوءه الشروط التالية:

أ - أن تكون الأرض المزمع إقامة المشتل عليها مناسبة لزراعة الفراولة، وخالية من

الأملاح الضارة، والحشائش المعمرة، وآفات التربة، وأن يكون مصدر المياه مناسب لزراعة الفراولة.

ب - أن تكون أرض المشتل بعيدة عن المراكز الإدارية التى ينتج بها محصول الفراولة.

جـ - يلزم تعقيم تربة المشتل بالمواد الموصى بها من قبل وزرارة الزراعة.

٢ - يجب أن تكون نباتات الأمهات المستخدمة فى زراعة المشتل من رتبة الأساس (الإيليت) على الأقل.

٣ - لا تعتبر الشتلات الناتجة من المشتل صالحة للبيع أو للزراعة إلا إذا كانت من رتبة المسجلة أو من رتبة المعتمدة.

٤ - تخضع مشاتل الفراولة للفحص الدورى طول مراحل الإنتاج، وتقوم لجان الفحص بإصدار شهادات الاعتماد.

٥ - لا يسمح بتداول الشتلات إلا إذا كانت معبأة فى عبوات مناسبة (من الكرتون غالبًا) ومبطنة من الداخل بالبولى إيثيلين بما يكفل تغليف الشتلات بالكامل، وبحيث لا يزيد عدد الشتلات فى العبوة الواحدة عن ١٥٠٠ شتلة. ويجب أن يكتب على العبوة اسم المشتل، والرتبة، والدرجة، وعدد الشتلات، وتاريخ تقليع الشتلة، وتاريخ وضعها فى الثلاجة (فى حالة الشتلات المزمع استعمالها فى الزراعات الفريجو)، مع ضرورة لصق شهادة الإعتماد الصادرة على كل عبوة.

المواصفات الفنية لرتب شتلات الفراولة

تحدد المواصفات الفنية المرفقة بالقرار الوزارى المشار إليه أعلاه الشروط التى يجب توافرها فى مختلف رتب شتلات الفراولة، كما يلى:

١ - يكون إنتاج رتبة النواة فى مزارع الأنسجة، ورتبتى السوبر إيليت والإيليت فى تربة معقمة فى بيت محمىّ معزول تمامًا عن الحشرات، ورتبتى المسجلة والمعتمدة فى تربة معقمة بمشتل حقلى.

٢ - يتشرط خلو شتلات رتب: النواة، والسوبر إيليت، والإيليت خلوًا تامًا من جميع الإصابات المرضية (الفيروسية، والفطرية، والبكتيرية)، والنيماتودا، والحشرات، والأكاروس مع عدم السماح بوجود أى نباتات مخالفة للصنف.

٣ - لا يسمح بزيادة الإصابات والآفات فى شتلات رتبتى المسجلة والمعتمدة عن النسب الموضحة قرين كل منها، كما يلى:

المرض أو الآفة	رتبة المسجلة (٪)	رتبة المعتمدة (٪)
الأمراض الفيروسية		
فيرس تغضن أوراق الفراولة	٠,١	٢
فيرس اصفرار حواف أوراق الفراولة	٠,١	٢
فيرس تبرقش الفراولة	٠,١	٢
فيرس تقزم الفراولة	٠,١	٢
فيرس تبقع الراسبرى الحلقى المستتر	٠,١	٢
فيروسات أخرى	٠,١	٢
إجمالى الإصابات الفيروسية مجتمعة	٠,٢	٣
الأمراض الفطرية		
القلب الأحمر (المسبب *Phytophthora fragariae*)	٠,٠١	٠,١
ذبول الفيوزاريم	٠,٠١	٠,١
ذبول فيرتسيليم	٠,٠١	٠,١
أعفان الجذور وعفن التاج	٠,٠١	٠,١
تبقعات ولفحة الأوراق	٠,١	١
البياض الدقيقى	١	٢
إجمالى الإصابات الفطرية مجتمعة	١	٢
الأمراض البكتيرية		
تبقع الأوراق الزاوى البكتيرى	صفر	٠,١
الذبول البكتيرى	صفر	٠,١

المرض أو الآفة	رتبة المسجلة (٪)	رتبة المعتمدة (٪)
الأمراض النيماتودية		
النيماتودا الناقلة للفيروسات	صفر	صفر
نيماتودا تعقد الجذور	٠,١	٠,٥
إجمالى الإصابات النيماتودية	٠,١	١
الإصابات الحشرية		
من الفراولة	صفر	١
من القطن	صفر	١
من الخوخ	صفر	١
الذبابة البيضاء	صفر	١
نطاطات الأوراق	صفر	١
الأكاروسات		
العنكبوت الأحمر	صفر	٣

٤ – بالإضافة إلى ما تقدم بيانه يجب أن تتوفر فى شتلات رتبتى المسجلة والمعتمدة الشروط التالية:

أ – أن تكون الشتلات قوية، وذات مجموع جذرى جيد، ولا يقل قطر ساقها عن ٠,٥سم فى شتلات الدرجة الأولى، وعن ٠,٣سم فى شتلات الدرجة الثانية، وألا تتجاوز نسبة النباتات المخالفة لتلك الصفات ٥٪ فى رتبة المسجلة، و ١٠٪ فى رتبة المعتمدة.

ب – ألا تتجاوز نسبة النباتات المخالفة للصنف ٠,١٪ فى رتبة المسجلة، و ١٪ فى رتبة المعتمدة.

جـ – أن تكون الشتلات خالية من مظاهر الجفاف والعفن، وألا تزيد نسبة البراعم المتكشفة فى الشتلات عن ٥٪ فى كلا الرتبتين.

الإكثار الدقيق للفراولة

تتضمن مزارع القمة النامية الميرستيمية للفراولة ثلاث خطوات، كما يلى:

١ - إنتاج نباتات خالية من الأمراض والنيماتودا فى المختبر.

٢ - زراعة النباتات الناتجة من الخطوة الأولى تحت ظروف محكمة فى بيت محمىّ.

٣ - زراعة النباتات الناتجة من الخطوة الثانية فى مشتل حقلى لمدة موسم واحد فقط.

مزايا الإكثار الدقيق

من أهم مزايا الإكثار الدقيق للفراولة، ما يلى:

١ - الإكثار السريع للتراكيب الوراثية الجديدة أو النادرة المرغوب فيها، والأصناف الدائمة الحمل، فى أى وقت من السنة، وخلال فترة قصيرة، وفى مساحة محدودة.

٢ - إنتاج نباتات خالية من مختلف الإصابات المرضية - بما فى ذلك الفيروسية - والحشرات والنيماتودا.

٣ - تكون النباتات الناتجة من مزارع القمة الميرستيمية أقوى نموًّا، وذات قدرة أكبر على إنتاج المدادات، وأكثر إنتاجية عن تلك التى تنتج بطرق الإكثار التقليدية. وينطبق ذلك على أول وثانى إكثار لتلك الأمهات التى تنتج من زراعات الأنسجة، شريطة ألا تكون قد أعيدت زراعتها (نقلها) فى مزارع الأنسجة أكثر من ١٠-١٢ مرة. وتكون ظاهرة تفوق النباتات الناتجة من مزارع الأنسجة فى النمو وإنتاج المدادات أكثر وضوحًا فى الأصناف المحايدة للفترة الضوئية عنها فى الأصناف القصيرة النهار.

٤ - إمكان حفظ الجيرمبلازم المتوفر من الفراولة فى حيز ضيق.

التجهيزات التى تلزم للإكثار الدقيق للفراولة

يلزم لأجل الإكثار الدقيق للفراولة، توفر ما يلى:

١ - مختبر بسيط مزود بأجهزة عادية وزجاجيات لتحضير البيئات، والتعقيم، وتداول وفحص النباتات.

٢ – حجرة نقل transfer room مزودة بـ laminar flow cabinets، ومتصلة بالمختبر.

٣ – حجرة نمو growth room مزودة بأجهزة التكييف والإضاءة الفلورسنتية (النيون)، ومتصلة بالمختبر.

٤ – صوبة (بيت محمىّ) مزودة بفتحات تهوية مغطاة بشبك دقيق مانع لدخول الحشرات الصغيرة، وبالمناضد (البنشات)، والرذاذ mist والإضاءة التنجستين من أعلى، ونظام للتبريد بطريقة المروحة والوسادة.

٥ – حجرة حرارية heat chamber.

٦ – حجرة تخزين مبردة.

٧ – حجرتا نمو مزودتان بوسائل التحكم فى درجة الحرارة وشدة الإضاءة بدقة.

إجراءات التخلص من الفيروسات والميكوبلازمات

إن مصادر نباتات الأمهات التى تستعمل فى إنتاج شتلات الفراولة فى المشاتل الحقلية يجب أن تكون ناتجة من الإكثار الدقيق لقمم ميرستيمية (ذات الخلايا الإنشائية) سبق تعريضها لحرارة ٣٥–٣٧°م لمدة ٦ أسابيع – لتثبيط تكاثر الفيروسات فيها. ويعد إكثار الفراولة باستعمال القمة الخضرية الميرستيمية (القمة الميرستيمية وحدها أو مع عدد قليل من مبادئ الأوراق) هو الوسيلة الوحيدة المؤكدة لضمان الثبات الوراثى للنسل، ولتوفير أعداد كبيرة من نباتات الأمهات الخالية من الإصابات الفيروسية خلال فترة وجيزة.

تُصاب الفراولة بأكثر من ٥٤ فيروسًا وثمانى ميكوبلازمات، ويكون الهدف من المعاملة الحرارية مع زراعة القمة الميرستيمة فقط التخلص من أى إصابة محتملة بأى من هذه الفيروسات والميكوبلازمات التى يمكن أن تقلل المحصول بنسبة تصل إلى ٨٠٪، وتقلل إنتاج المدادات بدرجة كبيرة كذلك. وتسمح المعاملة الحرارية بنمو القمة الميرستيمية – قبل زراعتها – بسرعة تزيد عن سرعة وصول الفيرس إليها. ويتم إخضاع النباتات الناتجة من مزارع القمة الميرستيمية لاختبارات الإليزا ELISA أو اختبار سَبر الدنا DNA probe للتأكد من خلوها من فيروسات معينة.

إجراءات التحقق من هوية الأصناف المكثرة

يتم التحقق من هوية أصناف الفراولة باختبارات الـ finger printing، وأكثرها شيوعًا – حاليًا – اختبارات الـ PCR (=Polymerase Chain Reaction)، مثل الـ RAPDs (= Amplified Polymorphic DNAs) (Fiola ١٩٩٦).

دورة الإكثار الدقيق للفراولة

اختيار النباتات التى يُراد إكثارها ومعاملتها حراريًا

تبدأ عملية الإكثار الدقيق للفراولة باختيار النباتات التى يُراد إكثارها، وزراعتها فى أصص، ومعاملتها بالحرارة (٣٦°م لمدة ٦ أسابيع)، ثم وضعها فى الصوبة، وتوفير الظروف المناسبة لها لكى تنتج مدادات بوفرة (شكل ٥-١، يوجد فى آخر الكتاب)؛ لأن القمم النامية لتلك المدادات هى التى تتم زراعتها.

مرحلة فصل القمة الميرستيمية وزراعتها فى البيئة الصناعية

تبدأ عملية الإكثار الدقيق سنويًا بغمس قمم المدادات التى يُراد استعمالها فى الإكثار فى محلول هيبوكلوريت صوديوم بتركيز ٠,٩٪ لمدة ١٠ دقائق، ثم غسلها ثلاث مرات بالماء المعقم قبل قطع القمة الميرستيمية النامية مباشرة. يجب اختيار القمم النامية الحديثة التكوين، وقطعها بطول ٠,١-٠,٥سم، علمًا بأن فرصة نجاح زراعة القمة النامية تقل كلما صغر الميرستيم القمى المفصول إلى أن تنعدم تقريبًا عندما يبلغ طوله ٠,١ مم، كما أن القمم النامية التى يزيد طولها عن ٠,٧مم قد لا تكون خالية تمامًا من الإصابات الفيروسية. يوضع الميرستيم المفصول – تحت ظروف معقمة – فى أنابيب اختبار تحتوى على ١٠ مل (سم^{3}) من بيئة آجار مغذية سبق تعقيمها فى الأوتوكليف لمدة ١٥ دقيقة تحت ضغط كيلو جرام واحد على السنتيمتر المربع.

تستعمل البيئة المغذية رقم ١ (جدول ٥-١) فى مزارع القمة الميرستيمية meristem tip culture، وهى عبارة عن محلول نوب Knop's solution مزود بالعناصر الدقيقة والمكونات العضوية لبيئة موراشيج وسكوج Murashige-Skoog medium، ومع استعمال إندول حامض البيوتريك IBA بدلاً من إندول حامض الخليك IAA، والسيتوكنين:

6-benzylaminopurine (اختصارًا: BAP) بدلاً من الكينتين Kinetin (وذلك بهدف تحفيز إنقسام الخلايا الميرستيمية، حيث تعطى الفراولة فى وجودة عديدًا من البراعم الإبطية التى ينمو كل منها إلى فرع يعطى براعم إبطية أخرى ... وهكذا)، والجلوكوز بدلاً من السكروز.

توضع المزارع فى حجرة النمو على حرارة ٢٥°م وإضاءة لمدة ١٦ ساعة يوميًّا، مع توفير الإضاءة من لمبات فلورسنتية بقوة ٢٠٠٠-٢٥٠٠ لكس lux عند مستوى الجزء النباتى المزروع.

وعادة .. تبلغ نسبة تلوث المزارع فى هذه المرحلة - فى الظروف الجيدة - حوالى ٢٠٪.

وبعد نحو أربعة أسابيع من البقاء فى حجرة النمو تكون الميرستيمات قد نمت بالقدر الكافى لنقلها إلى بيئة الإكثار.

مرحلة الإكثار Proliferation أو التكاثر Multiplication

تستعمل البيئة رقم ٢ (جدول ٥-١) فى الإكثار، وهى بيئة موراشيح وسكوج قياسية مزودة بالـ BAP، ومع استعمال IBA بدلاً من IAA، و BAP بدلاً من الكينتين، والجلوكوز بدلاً من السكروز.

فى بيئة الإكثار يبدأ التكاثر سريعًا وتتكون تكتلات أو باقات tufts من السيقان؛ ففى خلال ١٢-١٥ يومًا من النقل إلى بيئة الإكثار تتكون براعم جانبية على النموات النامية من الميرستيم، تعطى بدورها نموات صغيرة يحتوى كل منها على ٢-٣ وريقات صغيرة. تنقل تلك التكتلات - منفردة - إلى بيئة جديدة كل ٤-٥ أسابيع، ولكن لا يجرى سوى ٣-٤ نقلات متتالية خلال فترة التكاثر لتقليل احتمالات ظهور الطفرات أثناء التكاثر، إلاّ أن بعض المختبرات تُجرى من ٥-١٠ نقلات متتالية. وفى كل عملية نقل تفصل التكتلات الكبيرة إلى نبيتات explants مفردة أو إلى تكتلات صغيرة يحتوى كل منها على ٣-٥ نبيتات صغيرة. وتجرى جميع عمليات النقل فى laminar flow cabinets فى ظروف معقمة. تختلف أصناف الفراولة فى سرعة تضاعف أعداد نباتاتها كل ٤ أسابيع بين ٤، و ٧ أضعاف، بمتوسط عام قدره ٥ أضعاف كل ٤ أسابيع.

جدول (٥-١): البيئات المستخدمة فى الإكثار الدقيق للفراولة.

المكونات	الكمية بالمليجرام /لتر من البيئة		
	بيئة ١ لزراعة الميرستيم	بيئة ٢ للتكاثر	بيئة ٣ للتجذير
أملاح العناصر الكبرى			
NH_4NO_3	—	١٦٥٠	١٦٥٠
$Ca(NO_3)_2\ 4H_2O$	١٠٠٠	—	—
$Ca\ Cl_2\ 2H_2O$	—	٤٤٠	٤٤٠
KNO_3	٢٥٠	١٩٠٠	١٩٠٠
$MgSO_4\ 7H_2O$	٢٥٠	٣٧٠	٣٧٠
KH_2PO_4	٢٥٠	١٧٠	١٧٠
أملاح العناصر الصغرى			
$MnSO_4\ 4H_2O$	١٦,٠	١٦,٠	١٦,٠
$ZnSO_4\ 4H_2O$	٨,٦	٨,٦	٨,٦
H_3BO_3	٦,٢	٦,٢	٦,٢
KI	٠,٨٣	٠,٨٣	٠,٨٣
$NaMoO_4\ 2H_2O$	٠,٢٥	٠,٢٥	٠,٢٥
$CuSO_4\ 5H_2O$	٠,٠٢٥	٠,٠٢٥	٠,٠٢٥
$CoCl_2\ 6H_2O$	٠,٠٢٥	٠,٠٢٥	٠,٠٢٥
حديد مخلبى [أ]	(أ)	(أ)	(أ)
فيتامينات			
Nicotinic Acid	٠,٥	٠,٥	٠,٥
Pyridoxine	٠,٥	٠,٥	٠,٥
Thiamine	٠,١	٠,١	٠,١
Glycine	٢,٠	٢,٠	٢,٠
Meso-Inositol	١٠٠	١٠٠	١٠٠
منظمات النمو			
IBA	١,٠	١,٠	١,٠
BAP	٠,١	٠,٥	صفر
GA_3	٠,١	٠,١	٠,١
الجلوكوز	٣٠٠٠٠	٣٠٠٠٠	٣٠٠٠٠
الآجار	٧٠٠٠	٢٠٠٠	٢٠٠٠
البكتين	صفر	٦٠٠٠	٦٠٠٠
معدل الـ pH إلى ٥,٧			

(أ) يستعمل الحديد المخلبى بمعدل ٥مل/لتر من محلول قياسي يحتوى ٥,٥٧ جم/لتر من $FeSO_4\ 7H_2O$ + ٧,٤٥ جم/لتر من Na_2EDTA.

تُنتج نباتات الفراولة التى يُحصل عليها بعد عدد كبير من دورات الإكثار multiplication cycles فى مزارع الأنسجة .. تُنتج عددًا كبيرًا غير طبيعى من الأزهار بالنورة مقارنة بالنباتات التى تنتج من الإكثار بالطرق العادية، أو بعد عدد قليل من دورات الإكثار فى مزارع الأنسجة. ويمكن تمييز النباتات التى يُحصل عليها بعد عدد كبير من دورات الإكثار – مقارنة بتلك التى يُحصل عليها بعد عدد قليل من دورات الإكثار – بأنها تفتقر إلى الشمع الذى يغطى الأديم، وبانغلاق ثغورها، وبازدياد حجم بلاستيداتها الخضراء فى الخلايا البرانشمية (Jemmali وآخرون ١٩٩٥).

مرحلة التجذير

تستعمل البيئة رقم ٣ (جدول ٥-١) فى التجذير (rooting medium)، وهى لا تختلف عن البيئة رقم ٢ سوى فى عدم احتوائها على الـ BAP.

توضع المزارع المنقولة إلى بيئة التجذير فى إضاءة جيدة لمدة ١٢ ساعة يوميًّا. وفى خلال ٥-٦ أسابيع يكون النمو الجذرى قد أصبح كافيًا لشتل النباتات فى بيئات خاصة فى الصوبة.

ويتعين التخلص من أى طفرات يتم التعرف عليها وتتبع أصولها قدر الإمكان.

مرحلة الأقلمة Acclamation

تنقل النباتات من بيئة التجذير إلى أصص بقطر ١٢سم أو شتالات بعيون كبيرة تحتوى على بيئة زراعة يكون أساسها البيت موس، وتوضع على بنشات (مناضد) تحت المست، وفى حرارة ٢٠-٢٢°م. يكفى – عادة – تشغيل جهاز المست مرة واحدة أو مرتين يوميًّا لمدة ٧-١٠ أيام. وتحت هذه الظروف .. لا تزيد – عادة – نسبة النباتات التى تفشل فى النمو عن ٣-٥٪. وتروى النباتات بعد ذلك بالطريقة العادية، ويستغرق ذلك – عادة – حوالى أربعة أسابيع فى البيت المحمىّ. وبنهاية هذه الفترة تكون نباتات النواة قد أكملت نموها.

تخزين نباتات النواة

قد يتطلب الأمر أحيانا تخزين نباتات النواة – وهى بأعمار مختلفة – ويكون ذلك

فى حرارة ٣ْ ± ٠,٥ْم أو صفر ± ٢ْم. كما يمكن تخزين نباتات النواة قبل أقلمتها، وذلك بغسيل البيئة من جذورها ثم حفظها فى أكياس بلاستيكية على حرارة ٣ْ ± ٠,٥ْم لمدة يمكن أن تصل إلى ٦ شهور (Scott & Zanzi ١٩٨١، و Fiola ١٩٩٦).

إنتاج شتلات رتبتى السوبر إيليت والإيليت (رتبتا الأساس)

بعد حوالى ٢٨–٣٠ يومًا من بداية أقلمة نباتات النواة فى البيت المحمىّ فإنها تبدأ فى إنتاج المدادات، ويكون مجموعها الجذرى قد نما بشكل جيد. تشتل هذه النباتات فى تربة معقمة فى بيت محمىّ منيع ضد الحشرات حيث تنمو بقوة وتنتج مدادات بوفرة. ويمكن أن يعطى النبات الواحد أكثر من ١٥٠ نبات بنهاية الموسم، وتلك هى دورة الإكثار الأولى لتقاوى النواة والتى ينتج عنها تقاوى رتبة الأساس أو السوبر إيليت.

وتستخدم رتبة السوبر إيليت فى دورة أخرى من الإكثار – تكون كذلك فى تربة معقمة فى بيت محمىّ منيع ضد الحشرات – وينتج عنها تقاوى الإليت .. وهى – كذلك – من تقاوى رتبة الأساس.

ويخضع إنتاج تقاوى رتبتى السوبر إيليت والإيليت لكافة الاختبارات التى تضمن مطابقتها التامة للصنف، وخلوها التام من كافة المسببات المرضية والآفات.

إنتاج الشتلات المسجلة والمعتمدة

تستخدم الشتلات المسجلة والمعتمدة فى الإنتاج التجارى لمحصول الفراولة، وهى تنتج فى مشاتل تجارية حقلية معتمدة، ويستخدم فى إنتاجها شتلات من رتبتى الإيليت أو المسجلة، حيث تعطى الأولى شتلات من رتبة المسجلة، بينما تعطى المسجلة شتلات من رتبة المعتمدة.

تُنتج مشاتل الفراولة فى مصر كلا من الشتلات الطازجة والمجمدة، دونما تمييز بين طريقة إنتاج كلا منهما.

اختيار أرض المشتل

يتم أولاً اختيار أرض المشتل بحيث تتوفر فيها الشروط الواردة فى قانون إنشاء

مشاتل الفراولة التى أسلفنا بيانها، والتى من أهمها أن تكون التربة خفيفة، وخالية من الملوحة، ومنخفضة فى محتواها من كربونات الكالسيوم، وأن لايزيد تركيز الأملاح فى المياه المتاحة لرى المشتل عن ٥٠٠ جزء فى المليون. وعلى الرغم من أن تربة الحقل يتم تعقيمها، إلا أنه يتعين أن تكون أرض المشتل غير موبوءة بمسببات الأمراض، والنيماتودا، والحشائش الخبيثة.

وتجدر الإشارة إلى أن الشتلات التى تنتج فى الأرض الرملية تكون تيجانها أكثر سمكًا، ومجموعها الجذرى أكبر عما فى نظيراتها التى تنتج فى الأرض الثقيلة، ويقابل ذلك زيادة فى أعداد الشتلات التى تنتج من وحدة المساحة فى الأراضى الثقيلة عما فى الأراضى الرملية.

تحديد المساحة التى تخصص للمشتل

تتوقف المساحة التى تخصص لزراعة المشتل على عدد من العوامل، من أهمها:

١ – الميزانية المخصصة للمشتل، علمًا بأن كل فدان مشتل يتكلف (فى عام ٢٠٠١) حوالى ٢٠–٢٥ ألف جنيه.

٢ – مساحة الحقل الإنتاجى التى يُرغب فى زراعتها من هذا المشتل، ومدى قدرة الأصناف المزروعة بالمشتل على إنتاج المدادات، علمًا بأن كل فدان من المشتل ينتج عددًا من الشتلات الطازجة تكفى لزراعة خمسة أفدنة، ولكن ذلك العدد ينخفض إلى ثلاثة أفدنة فقط فى حالة الصنف روزالندا نظرًا لضعف قدرته على إنتاج المدادات مقارنة بالأصناف الأخرى.

٣ – عدد الشتلات الطازجة أو الفريجو التى يرغب فى الحصول عليها من المشتل:

ينتج كل نبات من شتلات الأمهات – عادة – حوالى ٥٠–٧٠ نباتًا تصلح كشتلات طازجة بحلول وقت تقليع المشاتل فى منتصف شهر سبتمبر، ويمكن أن يصل إنتاج فدان المشتل إلى حوالى ٢٠٠–٢٥٠ ألف شتلة طازجة، بينما يبلغ إنتاج فدان المشتل من الشتلات التى تستخدم فى الزراعات الفريجو – والتى يؤجل تقليعها حتى ديسمبر ويناير – حوالى ٤٠٠–٦٠٠ ألف شتلة.

إعداد أرض المشتل للزراعة

يتم إعداد أرض المشتل للزراعة، كما يلى:

غسيل الأملاح

تغسل الأملاح من تربة المشتل - إن وجدت - بالرى الغزير - مرة واحدة - بالغمر أو بالرش - بمعدل ١٠٠٠-٢٠٠٠م^{٣} للفدان.

الحراثة والتسميد العضوى

تحرث الأرض ثلاث مرات مع التزحيف بعد كل حرثة لتفكيك التربة وتنعيمها جيدًا وتسويتها ويضاف السماد العضوى قبل الحرثة الأخيرة بمعدل ٣٠م^{٣} سماد بلدى متحلل + ١٠م^{٣} سماد دواجن. ينثر السماد العضوى على سطح التربة، ثم يخلط بالتربة بالحرثة الأخيرة والتزحيف. ويلى ذلك رى الأرض رية غزيرة.

تعقيم التربة

يعد تعقيم تربة المشاتل أمرًا ضروريًّا حتى ولو كانت الأرض بكرًا لم تسبق زراعتها؛ ذلك لأن بروميد الميثايل لا يفيد فقط فى التخلص من مسببات الأمراض والنيماتودا وبذور الحشائش ومختلف الآفات الأخرى (وهى التى قد لا تتواجد فى الأراضى البكر)، ولكنه يفيد كذلك كثيرًا فى تغيير التوازن بين الكائنات الدقيقة فى التربة لصالح نمو نبات الفراولة.

بعد إضافة السماد العضوى، وقلبة فى التربة بالحراثة والتسميد يعطى المشتل رية غزيرة كما أسلفنا، وبعد أن تصبح تربة المشتل مستحرثة يتم تعقيمها باستعمال غاز بروميد الميثايل. وتتوقف الكمية المستعملة من الغاز المسال على طريقة التعقيم، كما يلى:

١ - طريقة التعقيم الباردة مع الحقن:

يتم حقن الغاز المسال - فى هذه الطريقة - على عمق حوالى ٣٠ سم من خلال أنابيب دقيقة تثبت خلف أسلحة المحاريث التى تتعمق بالقدر المطلوب لحقن الغاز. تتصل الأنابيب بخزان بروميد الميثايل الذى يوضع على الجرار. ويثبت على الجرار كذلك بكرة من البلاستيك يبلغ سمكه ١٢٠ ميكرون وعرضه أربعة أمتار، يتم فردها آليا

فى أن واحد أثناء حقن الغاز، مع الترديم حول حواف البلاستيك فى عملية واحدة. ويستعمل الغاز (٩٨٪ بروميد ميثايل + ٢٪ كلوروبكرن، أو ٦٧٪ بروميد ميثايل + ٣٣٪ كلوروبكرن) بمعدل ٢١٠ كجم للفدان، أى حوالى ٥٠ جم للمتر المربع.

٢ - طرقة التعقيم الساخنة من خلال شبكة الرى بالتنقيط:

تعتبر طريقة التعقيم الساخنة من خلال شبكة الرى بالتنقيط هى الطريقة الأكثر شيوعًا فى مصر، على الرغم من أنها قليلة الكفاءة، نظرًا لأن الغاز لا يحقن فى التربة حتى العمق المطلوب للتعقيم. وفى هذه الطريقة تتصل أنبوبة الغاز بماسورة حلزونية معدنية مغمورة فى وعاء به ماء، وتتصل من طرفها الآخر بشبكة للرى بالتنقيط أو بشبكة من الأنابيب البلاستيكية المثقبة التى تفرد - لهذا الغرض - على سطح تربة المشتل تحت غطاء بلاستيكى مثبت من جوانبه بالتربة. يتم أولاً تسخين الماء الذى يغمر فيه الحلزون، ثم يسمح للغاز المسال بالإنطلاق من الخزان، حيث يتحول إلى الصورة الغازية عند مروره بالحلزون الساخن؛ لينتشر بعد ذلك - من خلال شبكة الأنابيب المثقبة - فى الحقل المراد تعقيمه. ويراعى استمرار تسخين الماء الذى يغمر فيه الحلزون طوال فترة انطلاق الغاز. ويستعمل بروميد الميثايل فى هذه الطريقة بمعدل حوالى ٣٠٠ كجم للفدان أو حوالى ٧٠ جم للمتر المربع.

وأيًا كانت طريقة تعقيم المشتل، فإن الغطاء البلاستيكى يبقى فى مكانه لمدة ٤٨-٧٢ ساعة بعد إطلاق الغاز، ثم يرفع بعد ذلك، ولكن لا يزرع الحقل قبل مرور نحو أسبوعين من معاملة التعقيم.

إقامة شبكة الرى بالرش

بعد انتهاء التعقيم ورفع الغطاء البلاستيكى تقام شبكة للرى بالرش ذات تصريف عالٍ. تستعمل لذلك رشاشات يبلغ تصريفها ٢٠٠-٢٢٠ لتر/ساعة تثبت على أبعاد ٦ × ٦م، ويلزم لكل فدان من المشتل حوالى ١١٦ رشاش. وبعد الانتهاء من إقامة شبكة الرى يروى الحقل رية غزيرة لطرد بقية الغاز من التربة.

التسميد الكيميائى السابق للزراعة

يسمد المشتل - قبل زراعته - بكميات الأسمدة الكيميائية التالية للفدان: ٣٠٠-٦٠٠

كجم سوبر فوسفات، و ١٠٠ كجم سلفات نشادر، و ١٠٠ كجم نترات نشادر، و ١٠٠- ١٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم، و ٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم، و ٢٠٠-٣٠٠ كجم كبريت زراعى. تضاف هذه الأسمدة نثرًا على سطح التربة.

وتجدر الإشارة إلى أن الأسمدة العضوية يمكن إضافتها فى هذه المرحلة - كذلك - فى إحدى حالتين، هما:

١ - إذا كانت التربة بكر ولم تعقم، ويتعين فى هذه الحالة استعمال سماد الدواجن فقط - كسماد عضوى - بمعدل ٢٠م^{٣} للفدان.

٢ - إذا ما تم تعقيم الأسمدة العضوية المستعملة - منفردة - فى كومات خاصة تحقن بالغاز قبل إضافتها إلى التربة.

موعد الزراعة

إن أنسب موعد لزراعة شتلات الأمهات (من رتبتى الإيليت والمسجلة) هو خلال الفترة من ١٥ إلى ٢٠ مارس، ولا تكون زراعتها فى المشتل مباشرة، وإنما فى أكواب بلاستيكية أو فى أصص خاصة لهذا الغرض. ويؤدى التبكير فى الزراعة عن هذا الموعد إلى احتمال تعرض الشتلات للحرارة المنخفضة وهى فى بداية نموها؛ مما يضرها، بينما يؤدى التأخير فى الزراعة عن ذلك إلى عدم تكوّن عدد مناسب من نباتات المدادات (الشتلات) ذات المواصفات الجيدة قبل حلول موعد تقليع المشتل للزراعات الفرش فى حوالى منتصف شهر سبتمبر.

طريقة الزراعة

تزرع شتلات الأمهات فى أصص البيت peat pots، أو فى أكواب بلاستيكية تثقب من أسفل لتصريف الماء الزائد وتحسين التهوية. تملأ هذه الأوعية بخلطة يكون عمادها الرمل والبيت موس والفيرميكيوليت بنسبة ٢ : ١ : ١. ومع كل بالة بيت موس (عادى غير مخصب) تستعمل فى المخلوط يضاف كذلك: ٤ كجم بودرة بلاط (كربونات كالسيوم) لرفع الـ pH من ٣,٤ إلى ٧ (مع مراعاة إضافة كمية أقل من بودرة البلاط عند استعمال بيت موس رقمه الأيروجينى أعلى من ٣,٤) و ٣٠٠ جم سوبر فوسفات كالسيوم عادى، و ١٥٠ جم سلفات نشادر، و ١٠٠ جم سلفات بوتاسيوم، و ١٥ جم سلفات مغنيسيوم،

و ٥٠ جم من كل من المطهرين الفطريين التوبسن والريزولكس، و ٢٠ جم من المبيد النيماتودى التيمك، و ٥ جم من أى مخلوط سمادى للعناصر الصغرى (الحديد، والزنك، والمنجنين)، أو ٥٠ مل (سم٣) من أى سماد سائل غنى بتلك العناصر.

يجرى تحضير خلطة الزراعة على شريحة من البلاستيك، ويتم نثر بودرة البلاط والأسمدة التجارية بانتظام على مخلوط البيت والفيرميكيوليت، وكذلك رش سماد العناصر الصغرى بعد إذابته فى كمية مناسبة من الماء تكفى لرشة على الخلطة بانتظام. تُقَلّب الخلطة جيدًا وترش بالماء أثناء التقليب حتى تصبح رطوبتها مناسبة، ويعرف ذلك بعدم انسياب الماء بين الأصابع إلا بصعوبة عند الضغط على حفنة من المخلوط بقبضة اليد. وبعد اكتمال الخلط تغطى الخلطة جيدًا بالبلاستيك لمدة ٢٤ ساعة.

يتم تطهير شتلات الأمهات قبل زراعتها فى الأوعية، وذلك بغمس جذورها فى محلول لمبيد التوبسن بتركيز ٠,١٪ لمدة ٢٠ دقيقة، ثم تشتل فى الأوعية، وتروى، وتوضع فى مكان محمىّ معتدل الحرارة والإضاءة، مع حمايتها أثناء وجودها فى الأوعية من الإصابات المرضية والحشرية.

تبقى نباتات الأمهات فى الأوعية لمدة ثلاثة أسابيع، ثم تشتل فى حوالى ٥-١٠ أبريل فى المشتل الحقلى، ويكون شتل الأمهات على أبعاد ١ × ١م، أو ١ × ١,٥م، أو ١,٥ × ١,٥م حسب الصنف ومدى قدرته على إنتاج المدادات (شكلا ٥-٢، و ٥-٣، يوجد الشكلان فى آخر الكتاب).

عمليات الخدمة الزراعية للمشاتل

الرى

تروى مشاتل الفراولة بطريقة الرش ريًّا خفيفًا ومتكررًا؛ الأمر الذى يسمح بالمحافظة على ترطيب الطبقة السطحية من التربة بصورة دائمة، بداية من وقت الزراعة وطوال فترة الإنتاج النشط للمدادات. ولذلك الأمر أهميته البالغة فى مساعدة النباتات المتكونة من المدادات على تكوين مجموع جذرى قوى.

كذلك يفيد الرى بالرش فى التغلب على مشاكل ارتفاع الحرارة؛ تؤدى الحرارة

العالية – وخاصة تلك التى تزيد عن ٤٠°م – إلى تثبيط نمو المدادات، والتأثير سلبيًا على معدل البناء الضوئى، وربما تؤدى إلى زيادة فقد الماء بالنتح من النبات عن قدرة الجذور على امتصاصه؛ مما يؤدى إلى تثبيط النمو الخضرى. ويفيد الرى بالرش فى التغلب جزئيًا على تلك المشاكل؛ حيث يؤدى تبخر الماء من سطح الأوراق إلى خفض حرارتها.

يجب ألا يزيد تركيز الأملاح فى مياه الرى عن ٦٠٠ جزء فى المليون، علمًا بأن الملوحة العالية فى أى من التربة أو مياه الرى تحد من نمو النباتات وتكوين المدادات.

وتروى مشاتل الفراولة بما لا يقل عن ١٢٥م٣ من الماء أسبوعيًا للفدان (أى نحو ١٨م٣ يوميًا). ويجب استعمال أجهزة قياس الشد الرطوبى Soil Moisture Tensiometers فى تحديد مواعيد الرى. والقاعدة هى بدء الرى عندما تكون قراءة الجهاز ١٥ سنتى بار، وإيقافه عندما تصبح القراءة ١٠ سنتى بار.

ويتعين إجراء الرى فى الصباح الباكر كلما أمكن ذلك (حتى تجف النموات الخضرية مع سطوع الشمس وارتفاع درجة الحرارة نهارًا؛ وبذا .. تقل فرصة الإصابة بالأمراض)، وفى المساء، وذلك بمعدل حوالى ٢٠ دقيقة فى كل مرة، مع تقليل معدل الرى تدريجيًا عند اقتراب موعد تقليع الشتلات، ويكون ذلك بداية من أوائل شهر سبتمبر بالنسبة للشتلات الطازجة، ومن أواخر شهر نوفمبر بالنسبة للشتلات الفريجو.

وتجدر الإشارة إلى أن الإفراط فى رى المشاتل إلى درجة ظهور النموات الطحلبية على سطح الأرض (شكل ٥-٤، يوجد فى آخر الكتاب)، يمكن أن يؤدى إلى إصابة جذور النباتات بالأعفان وموتها (شكل ٥-٥، يوجد فى آخر الكتاب).

التسميد

تسمد مشاتل الفراولة أثناء نمو النباتات بكل من العناصر الأولية: النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم، بالإضافة إلى العناصر الدقيقة.

ويلزم لكل فدان من مشاتل الفراولة المخصصة لإنتاج الشتلات الطازجة – خلال موسم النمو – حوالى ١٠٠ كجم N، و ١٠٠ كجم بوتاس (K_2O)، و ١٠-١٥ كجم فقط

من الفوسفور (P_2O_5)، وهو العنصر الذى يضاف بغزارة (بواقع ٣٠٠-٦٠٠ كجم سوبر فوسفات عادى، أى نحو ٤٥-٩٠ كجم P_2O_5 للفدان) قبل الشتل وأثناء تجهيز الحقل للزراعة. وتجدر الإشارة إلى أن أصناف فلوريدا (مثل سويت تشارلى وروزالندا) تزداد احتياجاتها السمادية من عنصر الآزوت بنحو ٢٥٪ عن أصناف كاليفورنيا لكى تنمو بغزارة، ويزداد إنتاجها من المدادات.

يبدأ تسميد المشتل - بعد أسبوع من زراعة الأمهات - باستعمال سماد مركب تحليله ١٩-١٩-١٩ بمعدل كيلو جرام واحد يوميًّا، على أن تزداد الكمية المستعملة منه تدريجيًّا إلى أن تصل إلى حوالى ٣ كجم يوميًّا بعد نحو ٤٥ يومًا من زراعة الأمهات. ويلى ذلك استبدال السماد المركب بأسمدة بسيطة بمعدل: ١,٥-٢,٥ كجم نترات نشادر + ١,٠-١,٥ كجم سلفات بوتاسيوم + ١٥٠ مل (سم^3) حامض فوسفوريك تجارى يوميًّا. ويتوقف تسميد مشاتل الفراولة الطازجة فى أواخر شهر أغسطس.

أما باقى العناصر الكبرى (الكالسيوم، والمغنيسيوم، والكبريت) فإن النباتات تحصل على حاجتها منها مما يتوفر فى الأسمدة المختلفة المستعملة قبل الزراعة أو بعدها، وقد يكون من المفيد التسميد بنحو ٢ كجم من كبريتات المغنيسيوم أسبوعيًّا - بداية من الشهر الثالث بعد الزراعة - مع برنامج التسميد بعناصر النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم.

ويبدأ تسميد المشاتل بالعناصر الدقيقة بعد الشتل بنحو أسبوعين، ثم كل ٢-٣ أسابيع بعد ذلك حتى نهاية شهر أغسطس. ويمكن أن يجرى التسميد خلال الـ ٤٥ يومًا الأولى بعد زراعة الأمهات بطريقة الرش، أما بعد ذلك فإن التسميد بالعناصر الدقيقة يكون مع مياه الرى بالرش نظرًا لصعوبة - ثم استحالة -- المرور فى المشتل لرش النباتات؛ بسبب انتشار نمو المدادات. وعندما يكون التسميد مع مياه الرى بالرش يتعين استعمال الصور المخلبية للعناصر الدقيقة التى تثبت فى الأراضى القلوية (وهى الحديد، والنحاس، والزنك، والمنجنيز) إذا استعملت فى صورة معدنية، أما عند التسميد بالرش فإنه يمكن استعمال أيًّا من الصورتين المعدنية أو المخلبية للعناصر الدقيقة. هذا وتقل كثيرًا كميات الأسمدة التى تستعمل فى الصورة المخلبية عن تلك التى تستعمل فى الصورة المعدنية.

ويراعى دائمًا أن يتم إطلاق الأسمدة فى شبكة الرى بالرش خلال الثلث الثانى من فترة الرى، لضمان تعمق السماد إلى منطقة نمو الجذور دون أن يتعمق أكثر من ذلك، مع ضمان غسيل شبكة الرى من الأسمدة بعد الانتهاء من إطلاقها مع مياه الرى.

أما مشاتل الفراولة التى تخصص لإنتاج الشتلات الفريجو فإنها تقلّع فى خلال شهرى ديسمبر ويناير؛ مما يعنى استمرار تسميدها حتى نهاية شهر نوفمبر. وتعامل هذه المشاتل كما تعامل المشاتل المخصصة لإنتاج الشتلات الطازجة حتى نهاية شهر أغسطس، ويلى ذلك استمرار برنامج التسميد كاملاً، وبالأسلوب ذاته، خلال الشهور الثلاثة المتبقية، ولكن مع خفض الكميات المستعملة من مختلف الأسمدة بمقدار ٢٥٪ خلال شهر سبتمبر، و ٥٠٪ خلال شهر أكتوبر، و ٧٥٪ خلال شهر نوفمبر إلى أن يتوقف التسميد تمامًا خلال النصف الأول من شهر ديسمبر. ويعنى ذلك أن الاحتياجات السمادية للمشاتل المخصصة لإنتاج الشتلات الفريجو تزيد بمقدار حوالى ٣٠٪ عن احتياجات المشاتل المخصصة لإنتاج الشتلات الطازجة.

المعاملة بالجبريللين

أوصى Ragab (١٩٩٦) برش مشاتل الفراولة بحامض الجبريلليك مرتين بتركيز ٥٠ جزء فى المليون، تكون الأولى بعد شهر من زراعة المشتل، والثانية بعد شهر من الرشة الأولى. أدت هذه المعاملة إلى زيادة عدد الشتلات الطازجة الصالحة للتسويق فى ٢٠ سبتمبر بنسبة حوالى ٣٦٢٪ فى الصنف شاندلر، و ٣٧٢٪ فى الصنف سلفا. وبالمقارنة أدت هذه المعاملة إلى زيادة عدد الشتلات الصالحة للتسويق فى نهاية الموسم فى الأسبوع الأول من يناير (لأجل الزراعات الفريجو) بنسبة ١٤٣٪، و ١٨٠٪ للصنفين على التوالى. وقد أحدث الرش بحامض الجبريلليك نقصًا معنويًا فى عدد التيجان الجانبية بكل نبات. ولكن مع زيادة معنوية فى كل من قطر الشتلات والمحتوى الكربوهيدراتى لكل من الجذور والتيجان فى نهاية الموسم، بينما لم تكن المعاملة مؤثرة على عدد الأزهار المبكرة.

كذلك تؤدى المعاملة المشتركة بكل من الجبريللين والسيتوكينين بنزيل أدنين إلى تحفيز إنتاج المدادات فى أصناف الفراولة المحايدة للفترة الضوئية.

المعاملة بالمنشطات الحيوية

قد يكون من المفيد رش مشاتل الفراولة بأحد المنشطات الحيوية – مثل كروب ماكس Cropmax – كل ٢–٣ أسابيع، بدءًا من بعد زراعة الأمهات بنحو ٢–٣ أسابيع، وذلك بمعدل ٢٥ مل (سم٣) لكل ١٠٠ لتر ماء فى جميع الرشات، علمًا بأن كمية محلول الرش المستعملة تزداد بطبيعة الحال مع زيادة النمو النباتى فى المشتل. تحتوى المنشطات الحيوية – غالبًا – على أحماض أمينية، وفيتامينات، وعناصر معدنية، وبعض منشطات النمو الهرمونية.

"خربشة" سطح التربة والتخلص من الحشائش

يتم "خربشة" سطح التربة بالمناقر الصغيرة فى بداية فصل الصيف، بهدف تفكيك الطبقة السطحية من التربة، وتكسير القشور إن وجدت، والتخلص من الحشائش، بينما يتم التخلص من الحشائش بعد ذلك يدويًا وذلك بعد أن تزداد كثافة نمو المدادات.

تثبيت المداوات

يتم أثناء "خربشة" سطح التربة تثبيت المدادات الحديثة التكوين فى التربة، بعمل مجرى صغير لها بعمق حوالى سنتيمتر، توضع فيه نهاية المداد (عند العقدة الثانية وهى مكان التجذير)، مع بقاء قمته بارزة فوق سطح التربة.

إزالة الأزهار

تجب إزالة الأزهار التى تظهر فى المشاتل أولاً بأول للمحافظة على قوة نمو النباتات.

إزالة النباتات المخالفة للصنف والمصابة بالفيروسات

تجب إزالة جميع النباتات التى تظهر فى المشاتل وتبدو مخالفة للصنف، مع تتبع أصولها قدر الإمكان وإزالتها هى الأخرى. كذلك تُزال جميع النباتات التى تظهر عليها أى إصابات فيروسية أو ميكوبلازمية أولاً بأول.

إنتاج شتلات "السدادة"

تعرف شتلات الفراولة التى تنتج بصلايا – أى التى يكون لكل منها صلية من

الجذور – باسم شتلات "السدادة" Plug Transplants، ذلك لأن جذور كل شتلة تنمو داخل حيز أسطوانى رفيع بطول حوالى ستة سنتيمترات، وعند إخراجها من ذلك الحيز فإنها تكون محتفظة بجذورها كاملة، وكذلك ببيئة نمو الجذور التى نمت فيها، ويكون ذلك على شكل صلية صغيرة تشبه السدادة. وتُستخدم شتلات السدادة فى الزراعات الفرش لما لها من مزايا لا تتوفر فى الشتلات ذات الجذور العارية.

لإنتاج شتلات السدادة يلزم أولاً إنتاج أعداد كبيرة من نباتات المدادات الصغيرة pantlets. تتميز هذه النباتات بأن لكل منها ورقة واحدة أو ورقتين مكتملتا التكوين، وجذر واحد لا يزيد طوله عن سنتيمتر واحد. وتؤدى زيادة طول الجذر عن ذلك إلى صعوبة تداوله، كما أن تقليمه يؤخر غالبًا عملية تكوين المجموع الجذرى للشتلة.

تُنتج نباتات المدادات الصغيرة فى مشتل إكثار يغطى بشريحة من البوليثيلين لمنع نباتات المدادات من التجذير فى التربة، ولمنع انتقال المسببات المرضية – التى قد توجد فى مشتل الإكثار – مع نباتات المدادات الصغيرة. يتم حصاد تلك النباتات – عادة – كل ١٠–١٤ يومًا. ويمكن توفير الوقت بحصاد سلسلة كاملة "cords" من المدادات التى يحتوى كل منها على عدة نباتات صغيرة.

تجمع النباتات الصغيرة التى يتم حصادها فى بداية فصل الصيف ومنتصفة، وتوضع فى أكياس بلاستيكية سوداء (أكياس القمامة) وتخزن لمدة شهرين على حرارة –٥°م إلى صفر°م، ورطوبة نسبية ٩٠–٩٥٪. ويتم إخراج النباتات من المخزن المبرد إلى التجذير تحت الرذاذ (مست) mist قبل شتلها فى الحقل بنحو ٣٠ يومًا.

وقبل إجراء عملية التجذير تتم إزالة الأجزاء الزائدة من المداد، بحيث لا يتبقى منه سوى حوالى ١,٥–٢,٠سم، ويستفاد من هذا الجزء – الذى يعرف باسم stub – فى الإمساك بالنبات الصغير ووضع جذره الصغير فى مخلوط الزراعة بالشتّالة. تستعمل لهذا الغرض شتالات من البلاستك تبلغ أبعادها ٣٠ × ٥١ سم، وعمقها ٦ سم، وتحتوى كل منها على ٦٠ عينًا. تملأ عيون الشتّالة بخلطة الزراعة التى تتكون من البيت موس، والفيرميكيوليت، والبرليت، وقد يضاف إليها الرمل.

تترك الشتّالات المزروع بها النباتات الصغيرة تحت جهاز الرى بالرذاذ، على أن يتم تشغيل الجهاز لمدة خمس ثوان كل خمس دقائق لمدة أسبوع، ويعد ذلك كافيًا عندما تتراوح الحرارة بين ٢٤°م ليلاً، و ٣٢°م نهارًا. وعمومًا .. فإنه يتم إيقاف عملية التعرض للرذاذ عندما يمكن إخراج جذور النبات من عين الشتالة وهى على شكل صلية لا تنهار من حولها خلطة الزراعة.

توضع الشتالات بعد ذلك فى الشمس لمدة ١٥-١٨ يومًا لأجل أقلمتها قبل شتلها فى الحقل. ويلزم خلال هذه الفترة الرى مرة واحدة يوميًا، والتسميد مع ماء الرى بسماد كامل مرة واحدة أسبوعيًا.

يمكن شتل شتلات السدادة آليًا، وتتوفر لأجل ذلك آلات تقوم بشتل خطين من النباتات فى آن واحد، وإضافة المحاليل البادئة إليها أثناء الشتل.

وتتميز شتلات السدادة بأنها لا تتطلب الرى بالرش بعد الشتل، كما أن احتفاظها بجذورها كاملة يجعلها تستعيد نموها سريعًا بعد الشتل - وبصورة أكثر تجانسًا - عما فى حالة الزراعة بالشتلات ذات الجذور العارية (Poling & Parker ١٩٩٠).

كذلك يمكن تأخير زراعة شتلات السدادة قليلاً دون توقع نقص فى المحصول مثلما يحدث عند تأخير زراعة الشتلات ذات الجذور العارية، لأن الأولى لا تحتاج إلى فترة لكى تعاود نموها بعد الشتل مثل الثانية.

إنتاج شتلة "الكباية"

شتلة "الكباية" هى بديل محلى لشتلة "السدادة"، وهى شتلة تربى - فى المشتل الحقلى - فى كوب بلاستيكى صغير يملأ بتربة الحقل ويوجه إليه المداد. وتكون هذه الشتلات بصلايا، وأكبر قطرًا، وأكثر تبكيرًا فى الإنتاج من الشتلات ذات الجذور العارية.

ويعتقد بعض المنتجين أن الثمار الأولى التى تنتجها شتلة "الكباية" لاتكون منتظمة الشكل، مقارنة بالثمار التى تنتجها الشتلة العادية التى تتأخر عن شتلة "الكباية" قليلاً

فى الإنتاج، ولكنها تكون منتظمة الشكل منذ البداية، علمًا بأن تلك الفروق تختفى بعد نحو أسبوعين من بداية الإثمار. ويعتقد المؤلف أن عدم انتظام شكل الثمار لا يعود إلى نوع الشتلة المستخدمة وإنما إلى الظروف البيئية (الحرارة العالية) التى تكون سائدة خلال فترة نمو وتكوين الثمار المبكرة جدًّا التى تحصد خلال النصف الأول من نوفمبر أو قبل ذلك أحيانًا.

مكافحة الأمراض والآفات

يبنى برنامج مكافحة الأمراض والآفات على أساس الوقاية من الإصابة، ولكن مع مكافحتها فور ظهور أعراض الإصابة، وقبل استفحالها. ونقدم الآن عرضًا سريعًا لطرق مكافحة أهم أمراض وآفات المشاتل، ويمكن الرجوع إلى تفاصيل هذا الموضوع فى الفصل الأخير من الكتاب.

أعفان الجذور

تتم الحماية من الإصابة بأعفان الجذور بسقى النباتات بعد شتلها بنحو ١٠ أيام بمحلول لمبيدى التوبسن بتركيز ٠,١٪ + الريزولكس ت بتركيز ٠,١٥٪، ثم بعد ١٠ أيام أخرى بمحلول لمبيد الإنتراكول كوبى بتركيز ٠,٢٥٪، ثم بعد مرور شهرين من الزراعة بمحلول التوبسن بتركيز ٠,١٪ + الكابتان بتركيز ٠,٢٪.

تبقعات الأوراق

تتم الحماية من تبقعات الأوراق أو علاجها بالرش باليوبارين، أو بالكوبرا انتراكول بتركيز ٠,٢٥٪.

البياض الدقيقى

تتم الحماية من الإصابة بالبياض الدقيقى أو علاجه بالرش بالتوبسن بتركيز ٠,١٥٪، أو بالتوباس بمعدل ١٥ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء، أو بالسومى إيت بمعدل ٣٥ مل/١٠٠ لتر ماء.

الحفار، ويرقات الجعال، والدودة القارضة

تتم الوقاية من الحفار، ويرقات الجعال، والدودة القارضة وعلاجها بعمل طعم سام

يتكون من ١,٢٥ لتر هوستاسيون + ٢٥ كجم جريش ذرة مضاف إليه ٢٠ لتر ماء (صفيحة) مع قليل من المولاس أو العسل الأسود. ينثر المخلوط حول النباتات قبل الغروب.

المن والذبابة البيضاء

تتم الوقاية من المن والذبابة البيضاء وعلاجهما بالرش بأحد الزيوت المعدنية مثل سوبر رويال ٩٥٪ أو كزد (K. Z.) بمعدل ١,٥ لتر/١٠٠ لتر ماء.

دودة ورق القطن

يستخدم فى مكافحة دودة ورق القطن أى من مبيدات اللانيت ٩٠٪ بمعدل ٣٠٠ جم للفدان، أو النيودرين ٩٠٪ بمعدل ٣٠٠ جم للفدان، أو الريلدان بمعدل لتر واحد للفدان.

العنكبوت الأحمر

يكافح العنكبوت الأحمر بالرش بالكبريت الميكرونى بمعدل ٣٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء، أو بالأورتس بمعدل ٥٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

النيماتودا

لاتجوز زراعة نباتات أمهات مصابة بالنيماتودا، أو إنشاء المشاتل فى تربة موبوءة بالنيماتودا، كما لا تجوز استعمال الشتلات المنتجة فى تلك المشاتل فى الإنتاج التجارى للفراولة لأن ذلك يعنى انتشار الإصابة بالنيماتودا فى الحقل الإنتاجى.

وعند وجود إحتمالات لحدوث إصابات بسيطة بالنيماتودا فإنه يتعين علاجها والتخلص منها برش النباتات بالفايديت بتركيز ٠,٦–٠,٧٪ وبمعدل ٣ لترات للفدان، مع تكرار المعاملة إذا لزم الأمر.

تقليع الشتلات "الطازجة" وإعدادها للزراعة

إعداد المشتل للتقليع

يكون تقليع الشتلات التى تستعمل طازجة، بين منتصف شهر سبتمبر ومنتصف

شهر أكتوبر حسب الصنف والمساحة التى يرغب فى زراعتها. ويتعين إيقاف الرى قبل التقليع بعدة أيام حتى تكون التربة مستحرثة فى اليوم المحدد للتقليع لكل جزء من المشتل، حسب الخطة التى توضع لذلك.

تقليع الشتلات

يفيد تقطيع جذور الشتلات على عمق ٢٠-٢٥ سم - قبل تقليعها من المشتل - فى تسهيل عملية التقليع. ويجرى التقطيع آليًا بإمرار آلة حادة - بطول حوالى متر - أفقيًا على العمق المطلوب (حوالى ١٥ سم تحت سطح التربة). ويلى ذلك تقليع الشتلات يدويًا أو باستعمال المناقر.

وإذا لم تقطع الجذور فإن تقليع الشتلات يجرى باستعمال شوكة حديدية خاصة تغرز فى التربة حتى عمق ٢٠-٢٥ سم قبل جذب الشتلات يدويًا بعد ذلك بجذورها كاملة.

فرز الشتلات وإعدادها للزراعة

بعد تقليع الشتلات (شكل ٥-٦، يوجد فى آخر الكتاب) فإنها تفرز لاستبعاد المصابة بالأمراض والضعيفة فى نموها الخضرى أو الجذرى، ثم تدرج حسب الحجم.

ويتعين ترك النموات الخضرية للشتلات كاملة، وألا يُزال منها أى شئ قبل شتلها فى الحقل الإنتاجى، ذلك لأن إزالة أوراق الشتلة الطازجة تؤدى إلى تأخير بداية الحصاد لعدة أسابيع وتأخير النمو النباتى طوال موسم النمو. ويجب أن تحتوى الشتلة الطازجة على مالا يقل عن أربع أوراق مكتملة التكوين. وكقاعدة عامة .. لا يُزال من أوراق الشتلة الطازجة إلا التى وصلت إلى مرحلة الشيخوخة، والتى أصيبت بالأمراض.

وعلى الرغم من ذلك فإن الشتلات الطازجة المستوردة من الخارج تزال أوراقها قبل شحنها؛ الأمر الذى يؤخر استعادتها لنمو النشيط بعد الشتل.

ويراعى شتل الشتلات الطازجة فى أسرع وقت ممكن بعد تقليعها.

حجم الشتلة وأهميته

تعتبر نوعية الشتلات الجيدة أمرًا حيويًا بالنسبة للتبكير فى الإنتاج الذى يرتبط

ارتباطًا مباشرًا مع قطر تاج الشتلة وكثافة نموها الجذرى، حيث توفر الشتلة الجيدة مخزونًا أكبر من الغذاء للنبات خلال المراحل الأولى من إزهاره وإثماره.

ويجب ألا يقل قطر تاج الشتلة الطازجة عن خمسة ملليمترات، ويفضل ألا يقل عن ثمانية (علمًا بأن الشتلة المثلى هى يزيد قطر تاجها عن ١٥ ملليمترًا)، وأن تحتوى على خمسة تيجان فرعية فى المتوسط، وعلى ما لا يقل عن ١٠ جذور لا يقل طول أى منها عن ٧.٥ سم. ويتوقف المحصول المبكر فى الأصناف المحايدة للفترة الضوئية – بدرجة كبيرة – على تكوين مبادئ البراعم الزهرية فى تاج نبات الشتلة وهى مازالت فى المشتل.

وعمومًا فإن الشتلات الكبيرة السميكة تعطى – مقارنة بالشتلات الصغيرة الرفيعة – تيجانًا جانبية وأزهارًا أكثر عددًا، وثمارًا أكبر حجمًا، ومحصولاً مبكرًا ومحصولاً كليًا أعلى.

وقد وجد فى زراعات الفراولة الشتوية الساحلية فى لبنان أن استعمال الشتلات المتوسطة، والكبيرة الحجم فى الزراعة يؤدى إلى مضاعفة المحصول، بالمقارنة باستعمال الشتلات الصغيرة الحجم فى الأصناف المبكرة مثل كروز Cruz. أما المحصول الكلى فى هذه الأصناف، وكذلك المحصول المبكر والكلى فى الأصناف المتأخرة مثل سيكويا Sequoia فلم يتأثر بحجم الشتلة (Rice & Duna ١٩٨٦).

تبريد الشتلات الطازجة وأهميته

إذا تطلب الأمر تخزين الشتلات الطازجة مؤقتًا قبل شتلها – وذلك أمر غير مرغوب فيه – فإن التخزين يجب أن يكون على ٢°م، علمًا بأن ذلك التخزين البارد ليس له فائدة فى زيادة المحصول المبكر أو الكلى حتى ولو استمر لعدة أسابيع، ويختلف ذلك الأمر كليًا عن التعرض الطبيعى للبرودة تحت ظروف الحقل.

فالشتلات المبردة طبيعيًا تبدأ فى الإنتاج قبل نظيراتها غير المبردة بعدة أسابيع؛ بسبب تكوينها لبراعم زهرية مبكرًا أثناء نموها فى المشتل خلال شهر سبتمبر وأوائل أكتوبر. ولا يحل تعريض الشتلات لحرارة منخفضة بعد تقليعها محل التعريض الطبيعى

للبرودة، ذلك لأن التخزين البارد يفقد الشتلات جزءًا من مخزونها من المواد الكربوهيدراتية بالتنفس، بينما يزيد التعريض الطبيعي للحرارة المنخفضة من ذلك المخزون، حيث يستمر فيها البناء الضوئي. وبالإضافة إلى ذلك، فإن التبريد لفترة تزيد عن أسبوعين قد تؤدى إلى غزارة النمو الخضرى بعد الشتل وتأخير المحصول ونقصه كما فى الصنف شاندلر (Picha ١٩٩٩أ).

وحتى عندما زرعت أطراف مدادات الفراولة فى شتّالات، ثم عوملت النباتات بالبرودة لمدة أسبوعين أو أربعة أسابيع، كانت توضع خلالها الشتّالات يوميًا – وبها النباتات – لمدة ١٦ ساعة على حرارة ٠,٦ °م بدون إضاءة، ثم فى ضوء الشمس العادى لمدة ٨ ساعات .. لم تكن لتلك المعاملة تأثيرًا يذكر على المحصول المبكر، كما لم تؤثر بانتظام على المحصول الكلى أو جودة الثمار (Albregts & Chandler ١٩٩٤). والفرق جوهرى بين تلك المعاملة التى تتعرض فيها نباتات المدادات الحديثة التكوين لحرارة منخفضة جدًا تحد من قوة نموها، ولا تساعدها فى زيادة مخزونها من الغذاء، وبين التعرض الطبيعى لنباتات المدادات المكتملة النمو لحرارة معتدلة الانخفاض ولفترة ممتدة تحت ظروف الحقل.

وقد وجد لدى مقارنة إنتاج الصنف سويت تشارلى – فى فلوريدا – المزروع باستعمال شتلات (ذات جذور عارية bareroot أو شتلات السدادات plugs) أنتجت فى مناطق شمالية باردة (كندا، وماساشوستس، وأوريجون)، وأخرى متوسطة فى خط العرض (نورث كارولينا)، وثالثة جنوبية (فلوريدا) أن الشتلات التى أنتجت فى المناطق الشمالية أو المتوسطة أعطت محصولاً أعلى جوهريًا فى شهر ديسمبر عن محصول الشتلات التى أنتجت فى المناطق الجنوبية، كما وجدت اختلافات بين مناطق إنتاج الشتلات فى كل من الإزهار المبكر وقطر التيجان الأولى (Stapleton وآخرون ٢٠٠١).

وكقاعدة عامة .. فإن أفضل الشتلات الطازجة هى تلك التى تنتج فى المناطق التى تتعرض فيها الشتلات لبعض البرودة الطبيعية قبل تقليعها، حيث يتجمع النشا والسكريات فى جذور الشتلات وتيجانها خلال فترة تعرض النباتات للحرارة المنخفضة مع فترة ضوئية قصيرة. ويسمح مخزون هذه الشتلات من المواد الكربوهيدراتية فى تحفيز نموها وإثمارها المبكرين، وزيادة حجم ثمارها ومحصولها الكلى.

وعلى الرغم من ذلك .. فإن ترك المشاتل الطازجة فى مصر دون تقليع حتى شهر أكتوبر أو نوفمبر لكلى تأخذ الشتلات احتياجاتها من البرودة الطبيعية يلغى الفائدة المرجوة من الزراعة الطازجة من أساسها، وهى التى تجرى بهدف إنتاج محصول مبكر بداية من حوالى منتصف شهر نوفمبر.

تقليع الشتلات "الفريجو" وإعدادها للزراعة

تقلع المشاتل المخصصة لإنتاج الشتلات الفريجو فى شهرى ديسمبر ويناير. وكما أسلفنا بيانه تحت موضوع تقليع الشتلات الطازجة يترك الحقل بدون رى حتى تصبح التربة مستحرثة عندما يحين وقت تقليع الشتلات. ويتم تقليع الشتلات الفريجو يدويًا باستعمال شوكة حديدية خاصة تغرز فى التربة حتى عمق ٢٠-٢٥ سم، ثم تجذب الشتلات من التربة بأكبر قدر من جذورها.

تجرى الخطوات التى تلى تقليع الشتلات بدون أدنى تأخير وفى مكان مظلل، وهى كما يلى:

١ - تنظيف الجذور من التربة العالقة بها دون غسل بالماء.

٢ - تزال جميع أوراق النبات (شكل ٥-٧، يوجد فى آخر الكتاب).

٣ - تدرج النباتات حسب الحجم، وأفضل الشتلات الفريجو هى التى يتراوح قطر تيجانها بين ١,١، و ١,٥ سم، بينما تكون غالبية الشتلات الطازجة بقطر يتراوح بين ٠,٥، و ٠,٨ سم.

٤ - يفضل ترك النباتات دون ربطها فى حزم، أو تربط فى حزم بكل منها ٢٧ نباتًا.

٥ - توضع الشتلات فى كراتين مبطنة بالبوليثيلين على أن تكون جذورها متجهة إلى أسفل وتستخدم فى تبطين العبوات رقائق بوليثيلين، بسمك ٢٠ ميكرون، لتسهيل تبادل الغازات، ويراعى ثنيها حول النباتات مع عدم لحامها أو تثقيبها. وتجب عدم تندية النباتات بالماء، وذلك لأن الرطوبة الحرة تؤدى إلى تعفنها، كما لا يلزم وضع بيت موس حول الجذور. وتتسع كل كرتونة عادة لنحو ١٥٠٠-٢٠٠٠ شتلة.

تخزن الكراتين بعد ذلك فى مخازن مبردة على حرارة -١°م بالنسبة للأصناف المحايدة للفترة الضوئية مثل سلفا، وعلى حرارة -٢°م بالنسبة للأصناف القصيرة النهار مثل شاندلر، ويستمر التخزين لمدة ٦-٨ شهور.

وبينما تضر درجات الحرارة الأقل من -٢°م بالشتلات المخزنة لأنها تؤدى إلى تجمد العصارة .. فإن الحرارة الأعلى من -١°م لا تجدى فى وقف النمو النباتى، ومنع نمو الفطريات التى تصيب الشتلات بالعفن خلال فترة التخزين الطويلة.

توضع الكراتين بطريقة تسمح بمرور الهواء حولها بحرية تامة حتى تكون التهوية جيدة، وذلك ليمكن التخلص من الحرارة الناتجة من التنفس أولا بأول.

الفصل السادس

طرق الزراعة

تعامل الفراولة عند زراعتها تجاريًا إما كمحصول معمر، وإما كمحصول حولى، وتعرف طريقتان رئيسيتان لزراعة الفراولة، هما: (١) طريقة الخط :الملبّد (بالنباتات) matted row culture، و (٢) وطريقة الجورة hill culture. ويتوقف اختيار نظام الزراعة على خط العرض (مدى الانخفاض الذى تصل إليه درجة الحرارة شتاء)، والصنف (قصير النهار، أم محايد للفترة الضوئية). وبينما تناسب طريقة الخط "الملبّد" الزراعة المعمرة، فإن طريقة الجورة تناسب الزراعة الحولية.

الزراعة المعمرة مقابل الزراعة الحولية

تزرع الفراولة كمحصول معمر بطريقة الخط الملبّد matted row system، وفيها تزرع نباتات أمهات الأصناف القصيرة النهار فى الحقل (فى المناطق الباردة شتاء) فى الربيع، حيث تستحث لتكوين المدادات خلال الفترة الضوئية الطويلة والحرارة العالية صيفًا. ومع تناقص طول الفترة الضوئية فى الخريف، يتوقف إنتاج المدادات، ويبدأ نمو التيجان والتهيئة للإزهار. ويمكن أن تستمر التهيئة للإزهار حتى تصبح الحرارة شديدة الإنخفاض شتاء. وفى معظم المناطق التى تزرع فيها الفراولة بهذه الطريقة تكون الفترة التى تقصر فيها الفترة الضوئية أثناء الخريف قبل التجمد قصيرة جدًّا إلى درجة لا تسمح معها بنمو كثير من التيجان الفرعية، لذا .. تقل أعداد العناقيد الزهرية بكل نبات. ونظرًا لأن محصول النبات فى الموسم التالى يكون مرتبطًا بعدد نباتات المدادات التى تكونت فى الموسم الأول .. أى بالعدد الكلى للنباتات؛ لذا .. فإن المحصول يكون منخفضًا فى ذلك الموسم.

وفى المقابل .. فإن الزراعة الحولية للفراولة تكون بطريقة الجورة Hill culture، وهو نظام يتبع فى المناطق ذات الشتاء المعتدل البرودة – مثل مصر – وفيه يكون الهدف –

بالنسبة للأصناف القصيرة النهار - هو زراعتها فى الخريف، ليمكن الاستفادة من الفترة الضوئية القصيرة والبرودة المعتدلة فى تحفيز إنتاج النباتات للتيجان الفرعية والنورات الزهرية على حساب إنتاجها من المدادات. وفى هذه المناطق يستمر الجو دافئًا بالقدر الذى يسمح باستمرار نمو التيجان خلال فصل الشتاء. كذلك تزرع الأصناف المحايدة للفترة الضوئية بطريقة الجورة، حيث يتأثر نموها الخضرى بالفترة الضوئية مثلما تتأثر الأصناف القصيرة النهار، ولكنها تستمر فى الإزهار فى دورات خلال كل موسم النمو نظرًا لعدم احتياجها لطول معين من الفترة الضوئية لكى تتهيأ للإزهار، ولايعرف كيف يحدث تنظيم دورات الإزهار فى هذه الأصناف. ويرتبط المحصول فى هذا النظام للزراعة مع عدد ووزن التيجان الفرعية بالنباتات المزروعة.

وفى كلا النظامين للزراعة - المعمرة والحولية - تحتاج النباتات إلى فترة من النمو الخضرى الجانبى للتيجان التى تساعد على الإزهار الوفير وإنتاج محصول جيد. وفى نظام الخط "الملبّد" تؤدى إزالة الأزهار فى سنة الزراعة إلى زيادة المحصول فى العام التالى، بينما تؤدى إزالة المدادات إلى نقص المحصول. هذا إلا أن زيادة تكوين المدادات بشدة يقلل تكوين النورات الزهرية بسبب التنافس الذى يحدث بين النباتات. وفى المقابل نجد فى نظام الزراعة بالجورة أن إزالة المدادات تؤدى إلى زيادة المحصول المبكر (Darnell & Hancock ١٩٩٦).

الزراعة "الفريجو" مقابل الزراعة "الفرش"

تزرع الفراولة فى مصر حولية بإحدى الطريقتين، هما: الزراعة الفريجو (وهى التى تستخدم فيها شتلات سبق تخزينها على حرارة -٢ إلى -١°م لمدة ٧-٨ شهور)، والزراعة الفرش (وهى التى تستخدم فيها شتلات طازجة). وعلى الرغم من أن الزراعة الفريجو هى السائدة فى مصر حاليًا إلا أنها آخذة فى الانحسار تدريجيًا لصالح الزراعة الفرش التى تتفوق علهيا فى كل من المحصول المبكر والمحصول الكلى.

ولكل من طريقتى الزراعة الفريجو والفرش معاملاتهما الخاصة؛ فالزراعة الفريجو تكون - عادة - على خطوط تروى بالغمر دون تعقيم للتربة أو استعمال للغطاء البلاستيكى للتربة، أو للأنفاق البلاستيكية للنباتات، بينما تكون الزراعة الفرش -

غالبًا - على مصاطب مرتفعة، تروى بالتنقيط مع التعقيم المسبق لتربة الحقل، واستعمال الغطاء البلاستيكى والأنفاق البلاستيكية.

وعلى الرغم من تلك الفروق الجوهرية بين طريقتى الزراعة، فإننا نجد من بين مزراعى الفريجو من يحاول استعمال الأصناف المبكرة الخاصة بالزراعات الفرش، وزراعتها على مصاطب مرتفعة مع ريها بالتنقيط، كما نجد من بين مزراعى الفرش من لايقوم بتعقيم التربة، أو تغطيها بالبلاستيك، وتلك كلها ممارسات يقوم بها المزارعين الذين تخصصوا فى زراعة الفراولة الفريجو فى محاولة منهم للاتجاه نحو الزراعة الفرش.

الزراعة "الفريجو"

موعد الزراعة

تعرف الزراعة الفريجو - كذلك - باسم الزراعة الصيفية، نظرًا لأنها تتم فى شهر أغسطس، ويستخدم فيها - كما أسلفنا - شتلات سبق تقليعها فى شهرى ديسمبر ويناير، وخزنت على حرارة -٢ إلى -١°م لمدة ٧-٨ شهور حتى ميعاد الزراعة.

وتجدر الإشارة إلى أن الزراعة المبكرة عن الموعد المناسب تؤدى إلى ضعف النمو وإنتاج ثمار صغيرة، بينما تؤدى الزراعة المتأخرة إلى غزارة النمو الخضرى، وكثرة إنتاج المدادات، وضعف المحصول.

طرقة الزراعة

تحرث الأرض جيدًا ثلاث مرات مع التزحيف بعد كل مرة، ومع إضافة السماد العضوى قبل الحرثة الأخيرة بواقع ٣٠م^{3} للفدان تنثر على سطح التربة، ويضاف معه سماد السوبر فوسفات العادى بمعدل ٢٠٠ كجم للفدان. ويلى ذلك إقامة خطوط بعرض ٨٠-٩٠ سم (أى يكون التخطيط بمعدل ٩ أو ٨ خطوط فى القصبتين). تكون الزراعة فى جور تبعد عن بعضها بمسافة ٢٥-٣٠ سم على أحد ريشتى الخط، مع توجيه أول المدادات تكونًا بعد الزراعة لشغل مواقع النباتات على الريشة الأخرى للخط، ومع مراعاة أن تكون مواقع الجور متبادلة - قدر الإمكان - على ريشتى الخط (شكل

٦-١، يوجد فى آخر الكتاب). ويحتاج الفدان للزراعة بهذه الطريقة حوالى ٢٠ ألف شتلة.

يفضل ألا يجرى الشتل فى وجود الماء – وخاصة إذا كان المجموع الجذرى للشتلة كبيرًا – وإنما يتم بالطريقة التالية:

١ – تروى الأرض ثم تترك حتى تستحرث (أى حتى تصل نسبة الرطوبة بها إلى حوالى ٥٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية).

٢ – تحفر الجور على المسافات المرغوبة، ثم توضع الشتلات بها على أن تكون القمة النامية بارزة فوق سطح التربة، مع جعل تاج النبات – وهو الجزء الذى تخرج منه الجذور الجديدة – محاطًا بالتربة.

٣ – يردم حول الجذور بالثرى الرطب، ثم بالتربة الجافة.

٤ – يروى الحقل فى نفس يوم الزراعة ثم بانتظام بعد ذلك؛ لأن الجذور الجديدة لا تتكون إلا عند توفر الرطوبة حولها فى التربة.

وسواء أكان الشتل بتلك الطريقة، أم فى وجود الماء، فإنه يتعين فرد المجموع الجذرى للشتلة وتغطيته بالتربة كاملاً، وبحيث لايظهر من الشتلة فوق سطح التربة سوى قمتها النامية.

ويفضل كذلك تطهير جذور الشتلات قبل زراعتها، بغمرها فى محلول لأحد المطهرات الفطرية المناسبة، مثل: البنليت، أو الفيتافاكس ثيرام، أو الفيتافاكس كابتان بتركيز ١,٥ فى الألف (١,٥ جم/لتر) لأى منها، وذلك لمدة ٢٠ دقيقة قبل زراعتها.

الزراعة "الفرش"

مواعيد الزراعة

تعرف الزراعة الفرش – كذلك – باسم الزراعة الشتوية نظرًا لأنها تتم فى شهرى سبتمبر وأكتوبر، علمًا بأن الموعد المناسب يتراوح بين منتصف شهر سبتمبر ومنتصف أكتوبر حسب الصنف، حيث تزرع الأصناف المبكرة أولاً.

وبفرض أن الحرارة ليست شديدة الارتفاع فإن الزراعة المبكرة تفيد فى تحفيز النمو

النباتي الجيد والإثمار المبكر. هذا إلا أن الشتل المبكر جدًّا يكون مصاحبًا بزيادة فى الإصابة بالعنكبوت الأحمر وباحتمالات تعرض النباتات للشدِّ الحرارى. وفى المقابل .. فإن الزراعة المتأخرة جدًّا تحفز النمو الخضرى الزائد. ونمو المدادات، وتؤخر الإثمار، ويتوقف ذلك كله على الصنف.

وبصورة عامة .. فإن شتل الأصناف المبكرة جدًّا مثل روزالندا وسويت تشارلى يكون ابتداء من ١٢ سبتمبر، وبحد أقصى ١٥ أكتوبر. أما الصنف كماروزا فيبدأ شتلة فى ٢٨ سبتمبر وبحد أقصى ٢٠ أكتوبر. ويؤدى التبكير فى شتل الصنف كماروزا عن ذلك إلى اتجاهه نحو النمو الخضرى القوى وتكوين مدادات جديدة تستنفذ طاقة النبات.

وتستعمل فى الزراعة – كما أسلفنا – شتلات محلية طازجة بأوراقها كاملة.

تتميز هذه العروة بالإثمار المبكر، والجودة العالية. وعلى الرغم من أن زراعتها تتأخر عن زراعة العروة الصيفية بمدة شهر إلى شهرين، فإن إنتاجها يبدأ قبل إنتاج العروة الصيفية بما لا يقل عن ١٠ أسابيع.

تجهيز الحقل للزراعة

يحتاج حقل الفراولة للزراعة الفرش للعمليات التالية:

الحراثة

تحرث الأرض جيدًا ثلاث مرات مع التزحيف بعد كل مرة. ويفضل – إن أمكن – بدء هذه العملية مبكرًا فى شهر يونيو مع رى الحقل قبل كل حرثة، وإجراء الحرث عندما تصبح التربة مستحرثة، ومع قلب التربة عند كل حرثة وتركها معرضة لأشعة الشمس القوية لمدة ٢–٣ أسابيع قبل إعادة ريها وحراثتها من جديد. يفيد هذا الإجراء فى التخلص من معظم بذور الحشائش والحشرات التى تعيش فى التربة، وفى إحداث خفض كبير فى التلوث الميكروبى للتربة بمسببات الأمراض.

تعقيم التربة

يتم تعقيم التربة ببروميد الميثايل إما بالطريقة الباردة، وإما بالطريقة الساخنة كما أسلفنا بيانه تحت موضوع المشاتل. وقد لاتعقم التربة إن كان الحقل بكرًا لم تسبق

زراعته بأى محصول، ولكن يجب أن يؤخذ فى الاعتبار أن للتعقيم ببروميد الميثايل مزايا أخرى بخلاف التخلص من مسببات الأمراض ومختلف الآفات التى تعيش فى التربة.

وقد تعقم تربة الحقل قبل إقامة المصاطب، أو أثناء إقامتها، أو بعد إقامتها.

والإجراء الأول - أى تعقيم التربة قبل إقامة المصاطب - غير مفضل؛ نظرًا لأن إقامة المصاطب بعد ذلك يمكن أن تؤدى إلى تلوث الطبقة السطحية للتربة بتربة لم تعقم جيدًا من الطبقات السفلى.

وتعقم التربة أثناء إقامة المصاطب فى أكبر مناطق إنتاج الفراولة فى العالم، كما فى ولاية كاليفورنيا الأمريكية. ويتم ذلك آليًّا فى عملية واحدة يكون فيها التعقيم بطريقة الحقن على البارد، ويجرى خلالها - كذلك - فرد الغطاء البلاستيكى للتربة على سطح المصطبة وترديم التربة على جوانبه. ويتعين فى هذه الحالة تثقيب البلاستيك بثقوب يبلغ قطرها ٨-١٠ سم على أبعاد الزراعة لإجراء الشتل من خلالها. ويستعمل لذلك bulb setter، أو أسطوانة صغيرة من الصلب تلحم فى نهاية يد طويلة.

وإذا أجرى التعقيم بعد إقامة المصاطب - وهو الإجراء المفضل عندما يكون التعقيم على البارد من خلال خراطيم سطحية - فإنه يتعين تغطية المصاطب بالبلاستيك لمدة ٤٨ ساعة - على الأقل - بعد التعقيم، يرفع بعدها الغطاء تمهيدًا لإجراء عملية الشتل.

وقد تضاف الأسمدة السابقة للزراعة قبل تعقيم التربة وقبل الحرثة الأخيرة، أو تضاف بعد التعقيم وأثناء إعداد مصاطب الزراعة. وإذا ما اتبعت الطريقة الأخيرة، فإنه يتعين تعقيم الأسمدة العضوية التى يرغب فى إضافتها للتربة منفردة، ويجرى بوضعها فى أكوام ترش بالماء وتغطى بالبلاستيك وتحقن بغاز بروميد الميثايل من خلال خراطيم تصل فوهاتها إلى منتصف عمق الكومة.

وللتفاصيل المتعلقة بتعقيم التربة .. يراجع الفصل الرابع.

إقامة شبكات الرى

تستخدم فى رى حقول الفراولة المزروعة بالطريقة الفرش شبكتان للرى، واحدة

بالرش، وأخرى بالتنقيط.

تستخدم شبكة الرى بالرش بعد الشتل مباشرة، ولمدة ٧-١٤ يومًا بعد ذلك، بهدف مساعدة الشتلات فى التغلب على صدمة الشتل إلى حين تكوينها لجذور جديدة. وتنتهى فترة الرى بالرش بنجاح الشتل، ويعرف ذلك بتكوين النباتات لأوراق جديدة. هذا .. ويستعمل فى شبكة الرى بالرش رشاشات يبلغ تصريفها ١٢٠ لترًا/ساعة، وتكون على أبعاد ٥ × ٦م.

أما شبكة الرى بالتنقيط فإنها تتم من خلال خرطومين للرى بكل مصطبة، يكون أحدهما فى منتصف المسافة بين خطى الزراعة الأول والثانى، بينما يكون الثانى فى منتصف المسافة بين خطى الزراعة الثالث والرابع. ويراعى أن تتراوح المسافة بين النقاطات فى خراطيم الرى بين ٣٠، و ٥٠ سم. هذا .. ويبدأ الرى بالتنقيط بعد انتهاء فترة الرى بالرش مباشرة.

التسميد السابق للزراعة

تسمد حقول الفراولة الفرش قبل الزراعة (أثناء تجهيز الحقل للزراعة) بكميات الأسمدة التالية:

٢٠م^{3} سماد بلدى قديم متحلل + ١٠م^{3} زرق دواجن (سماد كتكوت) + ١٥٠ كجم سلفات نشادر + ١٥٠ كجم سوبر فوسفات عادى + ١٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم + ٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم + ٣٠٠ كجم كبريت زراعى. ويكون الهدف من إضافة الكبريت زيادة الاستفادة من الأسمدة العضوية المضافة، والمساعدة فى مكافحة الجعال.

وإذا ما عقمت الأسمدة العضوية منفردة، فإنها تضاف إلى الحقل مع الأسمدة الكيميائية بعد التعقيم وقبل إقامة المصاطب.

إقامة المصاطب

يمكن إقامة المصاطب قبل تعقيم التربة أو بعد تعقيمها، ولكن يفضل - دائمًا - إقامة المصاطب ثم إجراء التعقيم.

تُقام المصاطب آليًا باستعمال "بتانة" خاصة، بحيث تكون تامة الاستقامة والاستواء،

وبارتفاع ٤٠–٦٠ سم، ومنضغطة، وذات حواف حادة وجوانب قائمة، وبحيث يكون عرضها ١٢٠ سم، وبطول لا يزيد عن ٥٠م، وأن تكون المسافة بين كل مصطبتين متجاورتين حوالى ٥٠–٦٠ سم.

يجب عند إقامة المصاطب جعلها منحدرة بمقدار ٣ سنتيمترات من منتصفها نحو الحافة، وذلك لأجل تسهيل صرف الماء اللزائد من الرى المتكرر بالرش خلال الفترة الأولى بعد الشتل.

يجب كذلك تجنب وجود أى مناطق منخفضة أو مرتفعة بالمصطبة لأن الأماكن المنخفضة يتجمع فيها ماء الرى؛ مما يؤدى إلى إصابة جذور النباتات بالأعفان، بينما لا تحتفظ الأماكن المرتفعة بالرطوبة بالقدر الكافى الذى يسمح بالنمو الجيد. وتزداد أهمية تسوية سطح المصاطب فى الأراضى الرديئة الصرف؛ فقد وجد أن النباتات التى تقع فى مستوى يرتفع بمقدار ١١ سم أو ٢٣ سم عن غيرها على المصطبة تنتج عددًا أكبر من الثمار عن النباتات التى تقع دونها، وأن عدد الثمار المنتجة/نبات يقل بانخفاض مستوى موقعه. كذلك فإن النمو الجذرى للنباتات التى تقع فى المستوى المنخفض يكون سطحيًّا مقارنة بالنمو الجذرى للنباتات التى تقع أعلى منها (Kuramochi وآخرون ١٩٩٩).

ويتوقف العرض المناسب للمصطبة على عدد خطوط الزراعة بها، ويكون العرض إما ١٢٠ سم عند زراعة ٤ خطوط بالمصطبة، وإما ٦٠ سم عند زراعة خطين. هذا .. إلاّ أن المسافة الفاصلة بين المصاطب المتجاورة تبقى ثابتة وفى حدود ٥٠–٦٠ سم؛ مما يعنى نقص الكثافة النباتية – ومن ثم نقص المحصول – عند زراعة خطين بالمصطبة. وتعد سهولة الحصاد هى الميزة الأساسية للزراعة بنظام الخطين بالمصطبة. وتبلغ الكثافة النباتية عند زراعة ٤ خطوط بالمصطبة حوالى ٣٦٠٠٠ نبات بالفدان.

أما المسافة بين المصاطب المتجاورة فإنها تخصص لمرور الآليات والعمال القائمين بعمليات الخدمة والحصاد؛ ولذا .. فإن أقل مسافة ممكنة هى ٥٠ سم، وتفضل زيادتها إلى ٦٠ سم عندما تكون التعبئة فى الحقل field packing – كما سيأتى بيانه فى الفصل

التاسع – حتى تتسع المسافة بين الخطوط لمرور عربات صغيرة تدفع يدويًا للمساعدة فى عملية التعبئة الحقلية.

هذا .. ولارتفاع المصاطب مزايا عديدة، منها: المساعدة فى تدفئة التربة، وتحسين الصرف، وزيادة التهوية للنمو الجذرى، وتسهيل عملية الحصاد. ولذا .. يجب ألا يقل ارتفاع المصطبة عن ٤٠ سم، ويفضل أن يكون ٥٠ سم. أما ارتفاع ٦٠ سم فإنه يُسهم كثيرًا فى تسهيل عملية الحصاد؛ الأمر الذى يؤدى إلى زيادة كفاءته، وكفاءة التعبئة الحقلية.

ويفضل إلاّ يزيد طول المصطبة الواحدة فى حقل الزراعة عن ٥٠ مترًا، وذلك بهدف تنظيم عملية الرى بالتنقيط، فلا يحدث اختلاف كبير فى ضغط الماء – ومن ثم فى تصريف النقاطات – بين أول المصطبة وآخرها.

الزراعة

تداول الشتلات

تكون زراعة الشتلات الطازجة بعد تقليعها من المشتل مباشرة، أو بعد إخراجها من الثلاجات مباشرة، وذلك بالنسبة للشتلات الطازجة التى تخزن بأوراقها كاملة على حرارة +٢°م لمدة أسبوع واحد إلى أسبوعين قبل الشتل.

تجب حماية الشتلات من الجفاف بعد تقليعها وإلى حين شتلها بوضعها فى مكان مظلل، مع ترطيب جذورها.

وكما سبق أن أوضحنا، فإن الشتلة الطازجة تزرع بأوراقها كاملة، ولاتُزال منها إلا الأوراق التى تظهر عليها أعراض مرضية أو التى بلغت مرحلة الشيخوخة، ولكن يفضل تقليم المجموع الجذرى قبل الشتل، بحيث يتراوح طوله بين ١٢، و ١٥ سم.

تُطّهر الشتلات قبل الزراعة بنقعها فى محلول لأحد المطهرات الفطرية المناسبة، مثل التوبسن بتركيز ٠,١٪ + الريزولكس تى بتركيز ٠,١٥٪، أو البنليت ٥٠ مسحوق قابل للبلل بتركيز ٠,٠٤٪، وذلك لمدة ٢٠ دقيقة.

تزرع الشتلات المنتجة محليًا فى الحقل مباشرة، أما الشتلات الطازجة المستوردة – والتى تكون بدون أوراق ومبردة – فإنها تشتل أولاً فى أكواب بلاستيكية أو فى أصص البيت peat pots. تملأ هذه الأوعية ببيئة للزراعة تتكون من البيت موس المخصب والفيرميكيوليت بنسبة ١:١، مع إضافة ٥٠ جم بنليت + ٢٥ جم موكاب لكل ٥٠ كجم من البيت موس المستخدم فى عمل البيئة. تبقى الشتلات فى الأوعية لمدة حوالى ١٥–٢٠ يومًا قبل شتلها فى الحقل.

الشتل وكثافة الزراعة

تكون الزراعة فى أربعة خطوط بكل مصطبة، يبعد كل خط منها عن الآخر بمسافة ٣٠ سم، مع ترك مسافة ١٥ سم بين كل خط من الخطين الجانبيين وحافة المصطبة (شكل ٦–٢، يوجد فى آخر الكتاب)، ويكون الشتل على مسافة ٢٥–٣٠ سم بين النباتات فى الخط الواحد، مع جعل جور الزراعة متبادلة (رجل غراب) فى الخطوط المتجاورة. وتتحدد المسافة بين النباتات فى الخط (٢٥ أو ٣٠ سم) بالصنف المزروع ومدى قوة نموه الخضرى. كذلك يمكن عند زراعة الأصناف ذات النمو الخضرى المحدود تضييق المسافة بين خطوط الزراعة إلى ٢٥ سم فقط، ويلزم فى هذه الحالة أن تكون المصاطب بعرض ١٠٥ سم فقط، مع استمرار ترك مسافة ١٥ سم بين كل خط من خطىّ النباتات الجانبين وحافة المصطبة. ويعنى ذلك أن كثافة الزراعة تتراوح بين ٣٣ ألف، و ٤٣ ألف نبات للفدان، بمتوسط قدره حوالى ٣٨ ألف نبات للفدان عندما تكون المسافة بين المصاطب المتجاورة ٥٠ سم، ينخفض إلى حوالى ٣٦ ألف نبات للفدان عندما تكون المسافة بين المصاطب المتجاورة ٦٠ سم.

ويوصى بشتل أصناف فلوريدا (مثل سويت تشارلى، وروزالندا) على مسافة ٢٥ سم بين خطوط النباتات، و ٢٥ سم بين النباتات فى الخط، وبشتل جميع الأصناف الأخرى المتداولة فى مصر على مسافة ٣٠ سم بين خطوط النباتات، و ٣٠ سم بين النباتات فى الخط.

وتؤدى زيادة كثافة الزراعة عما ينبغى إلى صعوبة مكافحة الآفات، وعدم ظهور

بعض الثمار للقائمين بالحصاد، وازدياد فرصة الإصابة بأعفان الثمار بسبب زيادة الرطوبة النسبية حولها من جراء بطء حركة الهواء خلال النموات الخضرية الكثيفة.

وقد وجد أن محصول الفراولة يتناسب طرديًا مع زيادة كثافة النباتات حتى كثافة ٢٥ نباتًا بالمتر المربع، وهى الكثافة التى تعطى أبكر إزهار وأكبر عدد من الأزهار بالنورة. هذا إلاّ أن زيادة كثافة الزراعة عما ينبغي تؤدى إلى نقص عدد النورات/نبات، ويرجع ذلك إلى أن الكثافة العالية تؤثر على النمو الخضرى، الذى يؤثر بدوره على عدد المواقع التى يمكن أن يحدث عندها التهيؤ للإزهار. فالنورات تتهيأ للتكوين فى قمة التيجان وربما – كذلك – فى أقرب البراعم الميرستيمية الجانبية إلى القمة النامية، بينما لا تكوّن البراعم الجانبية الأبعد عن القمة النامية أزهارًا إلا إذا تطورت تلك البراعم إلى تيجان فرعية. ولذا .. فإن النمو الخضرى الجانبى (تكون التيجان الجانبية) يعد عاملاً هامًا فى تحديد المحصول المتوقع. وفى المقابل .. فإن الزيادة المفرطة فى النمو الخضرى يكون لها كذلك مردودها السلبى على المحصول، لأن تلك الزيادة تكون على حساب النمو الثمرى (Wright & Sandrang ١٩٩٣).

وقد أوضحت دراسات Human (١٩٩٩) على ثلاثة أصناف من الفراولة زيادة المحصول جوهريًا بزيادة كثافة الزراعة حتى ثلاث شتلات فى الجورة الواحدة أيًا كان قطر تاج الشتلة المستعملة (< ٥ مم، أو ٥–١٠ مم، أو > ١٠ مم)، ولكن ذلك كان مصاحبًا بنقص قدره ٨,٩٪ فى متوسط وزن الثمرة. ويعنى ذلك أنه ربما يكون من المناسب زراعة الشتلات التى يقل قطرها عن ٥ ملليمترات بمعدل ٣ نباتات فى الجورة بدلاً من التخلص منها، كما قد يكون من المناسب أيضًا أن تخطط المشاتل التجارية لإنتاج شتلات رفيعة بكثافة عالية مع بيعها بسعر أقل من سعر بيع الشتلات ذات التيجان السميكة.

ومن الأهمية بمكان إجراء عملية الشتل على العمق المناسب بحيث لا يظهر من تاج النبات سوى قمته، علمًا بأن تغطية قمة التاج بالتربة تؤدى غالبًا إلى تعفنها وموتها، كما أن النباتات التى تزرع سطحية لا يتكون بها مجموع جذرى جيد، وتتعرض

للجفاف. ويجب فرد جذور الشتلة جيدًا تحت سطح التربة، علمًا بأن ثنى المجموع الجذرى فى جورة الزراعة يضعف النمو النباتي ويؤدى إلى نقص المحصول.

ويجب ضغط التربة جيدًا حول الشتلات بعد شتلها.

الرى بعد الشتل

نظرًا لارتفاع درجة الحرارة خلال فترة الشتل (من منتصف سبتمبر إلى منتصف أكتوبر)، فإنه يتم رى النباتات بالرش بمجرد الانتهاء من شتلها، ويكرر الرش على فترات متقاربة، ولكن بما يلزم فقط لبل المجموع الخضرى وتبريد النباتات، وذلك بهدف منع ذبول النباتات إلى أن ينجح الشتل، ويعرف نجاح الشتل بتكوين النباتات لنموات خضرية جديدة فى قمتها. ويبدأ الرى بالتنقيط بعد الاطمئنان على نجاح الشتل، ويكون ذلك بعد حوالى ٧–١٤ يومًا من الشتل. ويتعين خلال فترة الرى بالرش مراقبة الإصابات المرضية واحتمالات غسيل الأسمدة المضافة (Picha ١٩٩٩ب).

إنتاج الفراولة الفرش فى الصوبات

يمكن إنتاج الفراولة الفرش تحت الصوبات البلاستيكية بدلاً من إنتاجها تحت الأنفاق المنخفضة.

تتسع كل صوبة إلى ٤–٥ مصاطب (شكل ٦–٣، يوجد فى آخر الكتاب)، وتكون ذات جوانب يمكن رفعها. يثبت جوانب الغطاء البلاستيكي فى هيكل معدنى بارتفاع ١,٣–١,٥، بينما يبلغ ارتفاع الصوبة ٣ أمتار. تتراص تلك الوحدات بجانب بعضها البعض، وتكون غير مدفأة، ولكنها توفر حماية للنباتات من البرودة بدرجة أكبر من الأنفاق المنخفضة؛ لأن حرارتها تكون أعلى عن الأنفاق المنخفضة أثناء النهار، بينما تفقد قدرًا أقل من حرارة التربة أثناء الليل نظرًا لأنه لا توجد مسافات بين الصوبات كما هو الحال بين الأنفاق المنخفضة (شكل ٦–٤، يوجد فى آخر الكتاب). ويمكن بالزراعة تحت الصوبات المنخفضة بدء الحصاد مبكرًا بنحو أسبوع مقارنة بزراعات الأنفاق.

تتبع هذه الطريقة فى إنتاج الفراولة الفرش فــى بعض دول العـالم، مثـل: المغـرب، وإيطاليا، وإسبانيا، وكولومبيا (Picha ١٩٩٧).

ومن مزايا الزراعة فى الصوبات - كذلك - سهولة الحركة فيـها، واحتياجـها لقـدر أقل من العمالة لخدمتها، كما يسهل نقل هذه الصوبات من مكان لآخر عند الرغبـة فـى ذلك.



الفصل السابع

عمليات الخدمة الزراعية

نتناول بالشرح فى هذا الفصل عمليات الخدمة الزراعية التى تعطاها حقول إنتاج الفراولة مع التمييز - عند اللزوم - بين الزراعات "الفريجو" والزراعات "الفرش"، وإذا لم يتم التمييز بين نظامى الزراعة، فإن ذلك يفيد عدم اختلافهما فى عملية الخدمة الزراعية المعنية.

الترقيع

ترقع الجور الغائبة فى خلال أسبوعين إلى ثلاثة أسابيع من الزراعة. وكلما كان الترقيع مبكرًا كلما ساعد ذلك على زيادة تجانس النمو النباتى فى الحقل.

وكما أوضحنا تحت الزراعة الفريجو فى الفصل السادس، فإنه يتم توجيه المدادات الأولى لتشغل مواقع الجور على الريشة المقابلة للريشة المزروعة بكل خط من خطوط الزراعة، وبحيث تكون مواقع النباتات متبادلة على الريشتين. وطبيعى أن هذا الإجراء لا يتبع فى الزراعات الفرش، التى يجب أن تزال فيها المدادات التى قد تتكون بعد الشتل أولاً بأول.

العزيق

يجرى العزيق فى الزراعات الفريجو بعد نحو شهر من الزراعة، وذلك نظرًا لأن إجراءة مبكرًا عن ذلك يمكن أن يؤدى إلى خلخلة جذور الشتلات. ويكون العزق سطحيًا، ويكرر كل أسبوعين كلما لزم الأمر بغرض إزالة الحشائش، واستمرار إقامة الخطوط، وتغطية الأسمدة التى تضاف إلى جانب النباتات. ويتم التخلص من الحشائش التى بين النباتات باليد أو بالشقارف (شكل ٧-١، يوجد فى آخر الكتاب).

أما فى الزراعات الفرش فإن إزالة الحشائش تجرى يدويًا، باستثناء الفترة القصيرة التى تسبق وضع الغطاء البلاستيكى للتربة، والتى يمكن خلالها خربشة التربة بين مواقع النباتات خربشة سطحية.

وأيًا كان نظام الزراعة، فإن يتعين تثبيت التربة حول النباتات وهى فى بداية مراحل نموها.

المعاملة بمبيدات الأعشاب

فى حالة عدم تعقيم التربة ببروميد الميثايل - كما قد يحدث فى الأراضى البكر، وفى الزراعات الفريجو - فإنه يمكن مكافحة الحشائش باستعمال مبيدات الأعشاب، والتى منها أهمها فى الفراولة ما يلى:

أولاً: مبيدات سابقة للإنبات الحشائش

لاتؤثر هذه المجموعة من المبيدات إلا على الحشائش التى لم تنبت بذورها بعد؛ ولذا .. يتعين حراثة التربة أو عزيقها جيدًا قبل استعمال أى منها، لأنها لا تؤثر على الحشائش النامية فى الحقل بالفعل، ومن أمثلة هذه المبيدات، ما يلى:

١ - الدى سى بى أى DCPA (مثل الداكثال Dacthal):

يستعمل الـ DCPA بمعدل ٣-٤,٥ كجم من المادة الفعالة/فدان أو نحو ٤-٦ كجم من الداكثال للفدان. وهو يوفر مكافحة جيدة لكل من النجيليات الحولية والحشائش العريضة الأوراق ذات البذور الصغيرة، ويدوم هذا التأثير لمدة ٦-٨ أسابيع. يمكن استعمال المبيد قبل الشتل مع خلطه بالتربة، أو إضافته إلى سطح التربة بعد الشتل، ولكن لا يجب استعماله بعد بداية الدورة الأولى من الإزهار.

٢ - الداى فيناميد Diphenamid (مثل الإينايد Enide):

يستعمل الداى فيناميد بمعدل ٢-٣ كجم من المادة الفعالة أو نحو ٤-٦ كجم من الإينايد ٥٠ مسحوق قابل للبلل، أو ٢,٢٥-٣,٢٥ كجم من الإينايد ٩٠ مسحوق قابل للبلل/فدان. يوفر المبيد مكافحة جيدة لكل من النجيليات الحولية والحشائش العريضة

الأوراق ذات البذور الصغيرة تدوم لمدة ٨–١٠ أسابيع، علمًا بأنه يمكن استعماله قبل الشتل وبعد الزراعة بفترة وجيزة.

٣ – نابروباميد Napropamide (مثل الدفرينول Devrinol):

يستعمل النابروباميد بمعدل ١–٢ كجم أو نحو ٢–٤ كجم من الدفرينول ٥٠ مسحوق قابل للبلل للفدان، حيث يوفر مكافحة جيدة لكل من النجيليات الحولية والحشائش العريضة الأوراق ذات البذور الصغيرة، ويدوم هذا التأثير لمدة ١٠–١٢ أسبوعًا. تجرى المعاملة قبل الشتل أو بعده بقليل مع الرى الجيد بعد المعاملة. لاتجب المعاملة عند نمو المدادات لأنه يؤثر عليها.

٤ – ترباسيل Terbacil (مثل السنبار Sinbar):

يستعمل الترباسيل بمعدل ٠,٢٥–٠,٥٠ كجم من المادة الفعالة للفدان. يعطى المبيد مكافحة جيدة لعديد من الحشائش النجيلية والحشائش العريضة الأوراق تدوم لمدة ١٦ أسبوعًا. لا يفضل استعمال الترباسيل فى الأراضى الرملية وتلك التى يقل محتواها من المادة العضوية عن ٢٪.

ثانيًا: المبيدات التالية لإنبات الحشائش

تفيد هذه المبيدات فى مكافحة الحشائش النامية بالفعل، ويفضل أن تكون الحشائش صغيرة عند إجراء المعاملة بالمبيد. ومن أمثلة مبيدات هذه المجموعة، ما يلى:

١ – الكلوروكسيرون Chloroxuron (مثل التينوران Tenoran):

يستعمل التينوران بمعدل ١–٢ كجم من المادة الفعالة/فدان. يمكن استعمال التينوران قبل إنبات بذور الحشائش كذلك، وإذا استعمل بعد الإنبات فإن ذلك يجب أن يجرى قبل أن تكوّن الحشائش الورقة الحقيقية الأولى، كما يجب أن يكون استعماله قبل بداية الحصاد بما لا يقل عن ٦٠ يومًا.

٢ – الجلايفوسيت Glyphosate (مثل الروند أب Roundup):

يفيد الجلايفوسيت فى التخلص من عديد من الحشائش المعمرة، وخاصة وحيدة الفلقة منها، مثل السعد وحشيشة جونسون، ولكنه أقل فاعلية ضد النجيل (Hemphill ١٩٨١، و Skroch & Monaco ١٩٨١).

استعمال الغطاء البلاستيكى لتربة

يوصى باستعمال الغطاء البلاستيكى للتربة عندما تكون زراعة الفراولة على مصاطب مع ريها بالتنقيط، سواء أكانت الزراعة فريجو أم فرش (شكل ٧-٢، يوجد فى آخر الكتاب). ويعد استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة أمرًا لابد منه فى الزراعات الفرش لأنه يؤدى إلى تدفئة التربة، وتشجيع النمو النباتى المبكر، وزيادة المحصول، وإسراع نضج الثمار، وزيادة تجانسها فى النضج، ويقلل تعفنها لعدم ملامستها للتربة، ويجعلها أكثر بريقًا ولمعانًا. وبالرغم من أن البلاستيك الأسود يفيد فى التخلص تمامًا من مشكلة الحشائش لأنه لا يسمح بنموها، إلا أنه لا يوصى باستعماله، وذلك لأن حرارته ترتفع بشدة فى الجو الحار؛ مما يؤدى إلى تلف الثمار التى تلامسه، بينما لا يفيد ذلك فى رفع درجة حرارة التربة شتاء إلا بقدر يسير وفى الطبقة السطحية فقط، ولاينصح باستعماله إلا عندما تكون التربة موبوءة بالحشائش. وعلى العكس من ذلك .. فإن البلاستيك الشفاف يفيد فى رفع درجة حرارة التربة دون أن ترتفع درجة حرارته، ولكنه يشجع على نمو الحشائش تحته. ولذا .. فإن يوصى عند استعماله بتعقيم التربة قبل الزراعة، وهو ما يحدث فى الزراعات الفرش على أية حال.

قد يمكن استعمال البلاستيك الأبيض بدلاً من البلاستيك الشفاف، حيث يفترض أنه يعكس أشعة الشمس فلا ترتفع حرارة التربة كثيرًا تحت البلاستيك فى بداية موسم النمو، ولكن لايوصى باستعماله إلا بعد التأكد من تفوقه على البلاستيك الشفاف، وهو ما لم يتأيد بعد لا بالخبرة العملية، ولا بالنتائج البحثية تحت الظروف المصرية. وينطبق الأمر ذاته على البلاستيك الأسود.

يبلغ سمك الغطاء البلاستيكى للتربة – عادة – ٣٢ ميكرونًا، ويكون بعرض ٢,٤م للمصاطب التى يكون عرضها ١٢٠ سم حتى يغطيها من الجانبين، ويلزم منه ٣٠٠ كجم للفدان.

لا يلزم تثقيب الغطاء البلاستيكى للتربة، ولكن يقوم بعض منتجى الفراولة باستعمال بلاستيك مثقب كل حوالى ٢٥ × ٢٥ سم. بهدف السماح بتسرب الحرارة من تحت الغطاء فى بداية موسم النمو. وتقوم المصانع بتثقيب البلاستيك حسب الطلب قبل توريده للمزارع.

يتم تغطية المصطبة بالبلاستيك – يدويًا – بعد الشتل بنحو ٣–٤ أسابيع، أى بعد نمو ٢–٣ أوراق جديدة، ويجرى ذلك بشق البلاستيك – بعد فرده – لعمل فتحات عند مواقع النباتات، حتى يمكن سحب النموات الخضرية من خلالها.

ونظرًا لأن البلاستيك يتدلى على كامل جانبى المصطبة، فإنه لا تكون هناك حاجة للترديم على جانبيه إلا من أسفل بين المصاطب، للمساعدة فى انتقال الحرارة من الغطاء إلى التربة، ولتقليل خفقانه بفعل الرياح.

تلك كانت الطريقة التى يفرد بها الغطاء البلاستيكى للتربة فى حقول زراعات الفراولة الفرش فى مصر. أما فى مناطق زراعة الفراولة الرئيسية فى العالم، فإن فرد البلاستيك يتم – كما أسلفنا – آليًّا فى عملية واحدة مع إقامة المصاطب، ووضع السماد الكيميائى السابق للزراعة، والتبخير ببروميد الميثايل .. أى أثناء إعداد الحقل للزراعة.

وقد أجريت عديد من الدراسات على استخدام الأغطية البلاستيكية للتربة فى إنتاج الفراولة، تعددت فيها طرق لإنتاج، واستجابة الأصناف للفترة الضوئية، وطول الفترة الضوئية، ودرجة الحرارة ... إلخ. ولا تجوز التوصية بنتائج تلك الدراسات إلا فى ظروف مماثلة لتلك التى أجريت فيها. فمثلاً .. فى دراسة أجريت على صنفين محايدين للفترة الضوئية (هما: Fern، و Tristar) فى ولاية أيوا الأمريكية .. كان الإزهار غزيرًا والنمو الخضرى أقل ما يمكن عندما استخدمت الأغطية التى لطفت من حرارة التربة، وهى البيضاء على السوداء، مقارنة بالأغطية الشفافة أو البيضاء التى أدت إلى زيادة نمو التيجان، والمدادات، والأوراق على حساب النمو الزهرى والثمرى (Fear & Nonnecke ١٩٨٩).

وفى ولاية سوث كارولينا الأمريكية .. كان محصول النبات ومتوسط وزن الثمرة أعلى عندما استعمل بلاستيك أحمر كغطاء للتربة عما كان عليه الحال عندما استعمل بلاستيك أسود. وقد أحدث الغطاء الأحمر هذه التأثيرات الإيجابية سواء أوضع مباشرة على سطح التربة، أم فوق غطاء من البلاستيك الأسود. وقد فُسِّر ذلك بأن الأشعة تحت الحمراء والحمراء التى عكسها الغطاء الأحمر أثرت على عملية توزيع الغذاء المجهز على الأعضاء النباتية allocation of photosynthates – وهى العملية التى تنظمها صبغة

الفيتوكروم phytochrome – وأدت إلى توجيه كمية أكبر من الغذاء المجهز إلى الثمار النامية (Kasperbauer ٢٠٠٠).

إزالة المدادات

تعتبر إزالة المدادات التى تتكون بعد الشتل مباشرة – بمجرد ظهورها – أمرًا حيويًا، حتى لا تضعف نمو النبات الأصلي. ويعتبر ظهور المدادات فى الزراعة الفريجو أمرًا طبيعيًّا، وذلك لأن شتلاتها تخزن قبل الشتل فى حرارة منخفضة لمدة ٧–٨ أشهر. أما تكونها في الزراعة الفرش .. فيكون دليلاً على زيادة فترة تعرض الشتلات للبرودة قبل التقليع أو بعده، أو أن الزراعة كانت مبكرة عن الموعد المناسب للصنف.

ولايستثنى من الإزالة سوى المدادات الأولى فى التكوين فى الزراعات الفريجو، وهى التى توجه لتشغل مواقع الجور على الريشة المقابلة للريشة المزروعة بكل خط من خطوط الزراعة.

إزالة البراعم الزهرية المبكرة الظهور فى الزراعات الفريجو

من الضرورى أن تتم إزالة جميع البراعم الزهرية التى تتكون بعد الزراعة مباشرة فى الزراعات الفريحو لتحفيز النباتات على النمو الخضرى. وتستمر هذه العملية لمدة حوالى شهر بعد الشتل. ومن الطبيعى – والأمر كذلك – أن تزال أيضًا الأزهار المتفتحة والثمار التى قد تظهر خلال تلك الفترة.

ولا تجرى هذه العملية أبدًا فى الزراعات الفرش.

إزالة الأوراق غير الفعّالة

تجب إزالة جميع الأوراق غير الفعّالة فى كل من الزراعتين الفريجو والفرش على حد سواء.

فتزال الأوراق الجافة فى الزراعات الجديدة بمجرد استعادة النباتات لنموها بعد الشتل.

كما تزال الأوراق المصابة بالأمراض وغير النشطة فسيولوجيًّا، والأوراق القديمة.

كذلك تزال الأوراق الفائضة عن حاجة النبات، ويكون ذلك من بين الأوراق السفلى. وتجرى هذه العملية بداية من شهر يناير بين دورات الإثمار، وبعد أن يتكون بكل نبات أربع تيجان فرعية على الأقل. ويراعى عدم الجور فى عملية تقليم الأوراق الفائضة، لأن ذلك يؤدى إلى ضعف النمو النباتى وتدهور نوعية الثمار.

توفير الملقحات

إن لتوفير النحل فى حقول الفراولة أهمية كبيرة فى تحسين عقد الثمار، وانتظام شكلها، وتقليل ظاهرة القمة الخضراء green tip التى تظهر فى بعض الأصناف مثل روزالندا. وعلى الرغم من أن تلك الظاهرة ترتبط بعدة عوامل، فإن ضعف التلقيح يعد من أهم مسبباتها.

إن الثمرة الجيدة التكوين لابد وأن تحتوى على بذور جيدة التكوين.

ويحدث التلقيح فى الفراولة بثلاث وسائل هى: سقوط حبوب اللقاح بالجاذبية من المتوك إلى المياسم، أو انتقالها بواسطة الهواء، وتشكل هاتان الوسيلتان حوالى ٧٠-٨٠٪ من التلقيح فى الفراولة، وكثيرًا ما يكونان كافيين لإنتاج محصول جيد من الثمار دونما حاجة إلى وسائل إضافية للتلقيح. أما الوسيلة الثالثة لانتقال حبوب اللقاح من المتوك إلى المياسم، والتى تشكل من ٢٠-٣٠٪ من التلقيح - فإنها تكون عن طريق الحشرات، وخاصة النحل.

يُعرف حوالى ٣٠٠ ألف نوع من الحشرات التى تصنف ضمن النحل bees، وجميعها تتغذى على حبوب اللقاح ورحيق الأزهار فيما عدا مجموعة صغيرة يطلق عليها اسم نحل الكاكاو تتطفل على عشوش الأنواع الأخرى من النحل. وعلى الرغم من أن النحل الطنّان يستخدم فى تلقيح الزراعات المحمية للفراولة فى اليابان، فإنه لا يعرف - إلى الآن - ما يماثل نحل العسل فى كفاءته فى تلقيح الفراولة (Morse ١٩٩٦).

الحماية من التجمد بمختلف أنواع الأغطية

كانت تغطى زراعات الفراولة المعمرة فى المناطق الباردة شتاء بالقش خلال فصل

الشتاء، مع إزالته بمجرد انتهاء خطر الصقيع فى بداية فصل الربيع. وكان هذا الإجراء يفيد فى تقليل نسبة النباتات التى تموت من جراء تعرضها للتجمد، مع زيادة محصول الأصناف المبكرة الإزهار.

وقد استبدلت التغطية بالقش - حاليًّا - بأغطية البوليثيلين المثقبة وغير المثقبة، والأغطية غير المنسوجة الذاتية التهوية من البولى بروبلين والبوليسترين. وهى التى تفوقت فى تأثيرها على أغطية القش.

أدى استعمال هذه الأغطية المصنعة إلى إحداث زيادة كبيرة ومعنوية فى كل من المحصول المبكر والمحصول الكلى. وكان لوقت رفع الغطاء أهمية كبيرة فى هذا الشأن، واختلف الوقت الأمثل باختلاف الصنف ونوع الغطاء (Pritts وآخرون ١٩٨٩).

وفى عدد من الدراسات التى أجريت على استعمال الأغطية كانت الزيادة فى المحصول مصاحبة بنقص فى متوسط وزن الثمرة، وكان التأثير الإيجابى لاستعمال الأغطية مرتبطًا إيجابيًّا بموعد رفعها، ولكن حتى وقت معين، هو أوائل شهر مايو فى المناطق الباردة، بينما كان لاستمرار الغطاء بعد ذلك الموعد تأثيرات سلبية على وزن الثمرة ونوعيتها (Gent ١٩٩٠).

وفى النرويج أدى استعمال الأغطية البلاستيكية ذات الفقاعات الهوائية fleece, bubble plastic إلى حماية النباتات من أضرار التجمد الشديدة، وزيادة أعداد النورات الزهرية وأحجامها، وزيادة المحصول بمقدار ٩٪-٤٥٪، وكان استعمال هذا الغطاء أفضل من أغطية القش التى تعين إزالتها مبكرًا فى الربيع، بينما استمرت الاستفادة من الغطاء البلاستيكى حتى شهر مايو (Nestby وآخرون ٢٠٠٠).

إقامة الأنفاق البلاستيكية

تقام الأنفاق البلاستيكية فى الزراعات الفرش على كامل عرض المصطبة وبامتداد طولها. يستند بلاستيك النفق على أقواس سلكية تثبت فى التربة على جانبى المصطبة كل ١,٥م (شكل ٧-٣، يوجد فى آخر الكتاب)، ويستخدم لذلك سلك مجلفن بقطر ٤ مم. يبلغ طول التقويسة الداخلية لكل قوس ٢٤٠ سم، علمًا بأنه يغرز فى التربة

لعمق ١٥-٢٠ سم من كل جانب، ويبلغ ارتفاعه عن سطح المصطبة عند قمته حوالى ٥٥ سم.

يستخدم فى تغطية الأنفاق بلاستيك شفاف بسمك ٨٠-١٠٠ مبكرون، وبعرض ٢٤٠ سم، ويلزم منه حوالى ٦٠٠ كجم للفدان.

يوضع البلاستيك على الأقواس، مع فرده جيدًا، وتثبيته عند طرفى النفق بالربط فى أوتاد، والترديم عليه بالتربة عند جانب المصطبة الطولى الذى تهب منه الرياح عادة. أما الجانب الآخر فيثبت فى مكانه بوضع أثقال مناسبة عليه كل ٤-٥ أمتار بطول النفق. كذلك يثبت الغطاء البلاستيكى فى مكانه بوضع قوس سلكى آخر فوقه كل ٣ أمتار.

تهوية الأنفاق البلاستيكية

أهداف التهوية

تهوى الأنفاق البلاستيكية فى الزراعات الفرش لتحقيق الأهداف التالية:

١ - تجنب الارتفاع الشديد فى درجة الحرارة داخل الأنفاق فى الأيام الدافئة؛ لأن ارتفاعها يؤدى إلى زيادة النمو الخضرى على حساب النمو الثمرى.

٢ - تجنب زيادة الرطوبة النسبية داخل الأنفاق، لأن زيادتها تؤدى إلى زيادة الإصابات المرضية.

٣ - تساعد التهوية على تحسين عقد الثمار، من خلال السماح بزيارة النحل للأزهار، ولأن حركة الهواء ذاتها تساعد فى التلقيح.

٤ - يساعد تقليل التهوية فى تأخير إثمار الأصناف المبكرة، بينما تؤدى زيادة التهوية إلى تبكير إثمار الأصناف المتأخرة، وذلك من خلال تأثير التهوية على التوازن بين النمو الخضرى والإثمار؛ وبذا يمكن التحكم نسبيًا فى موعد الإثمار.

هذا .. إلا أن أى محاولة لإسراع نضج الثمار عن طريق إغلاق الأنفاق قد يترتب عليها ضعف التلقيح فيما تحمله النباتات من أزهار، وزيادة الرطوبة النسبية داخل النفق.

نظام التهوية

تجرى التهوية على الأسس التالية:

١ – لا تفتح الأنفاق مطلقًا فى الأيام الباردة والمطرة.

٢ – فى الأيام الغائمة وعند انخفاض الحرارة عن ١٢°م يكون فتح الأنفاق جزئيًا ومن أحد الجانبين الطوليين للنفق بمقدار ربع محيط النفق.

٣ – فى الجو الصحو المعتدل الحرارة تفتح الأنفاق من التاسعة صباحًا حتى الثانية بعد الظهر.

٤ – فى الجو الدافئ تفتح الأنفاق من الثامنة صباحًا حتى الثالثة بعد الظهر (شكل ٧–٤، يوجد فى آخر الكتاب).

٥ – فى الجو الحار تترك الأنفاق مفتوحة ليلاً ونهارًا.

الحماية من التجمد بالرى بالرش

يفيد الرى بالرش فى حماية نباتات الفراولة من الصقيع، وتمارس هذه الطريقة بصورة روتينية فى ولاية فلوريدا الأمريكية.

ولكن يعيب هذه الطريقة فى الحماية من الصقيع أن الحاجة الكبيرة للماء الذى يتعين إضافته رشًا قد تزيد – بالنسبة للمزرعة ككل – عن قدرة موتورات الضخ المتوفرة فى الجو الشديد البرودة المصاحب برياح قوية. ولا يعد الرى بالرش فعّالاً فى الحماية من الصقيع عندما تزيد سرعة الرياح عن ١٦,٧ كم/ساعة؛ بسبب التبريد الذى ينشأ – حينئذٍ – عن تبخر الماء، وزيادة كميات المياه المتجمدة – التى تغطى النباتات – عن الحد الأقصى المسموح به دون حدوث أضرار. كذلك فإن استمرار الرى بالرش لفترة طويلة ربما يحدث أضرارًا بالثمار التى تصبح مائية المظهر وتتشقق، كما يؤدى إلى فقد الأسمدة بالغسيل، وتعرية التربة، وزيادة أعفان الثمار.

وفى إحدى الدراسات التى تعرضت خلالها نباتات الفراولة لحرارة التجمد ٢٠ مرة، وبلغت الحرارة الدنيا فى اثنتان منها –٩,٥، و –١٠,٥°م .. أدت الحرارة المنخفضة إلى تلف ٩٣٪ من الأزهار عندما لم تتوفر للنباتات أى وسيلة من وسائل

الحماية من الصقيع، بينما انخفضت نسبة الأزهار التى أضيرت إلى ١٠٪ فقط عندما تمت حماية النباتات من الصقيع بالرش، حيث وفرت للنباتات حماية من الحرارة المنخفضة حتى -٤,٤°م. وقد حقق استعمال أغطية البوليثيلين السميكة وأغطية البولى بروبلين التى تزن ٥٠ جم/م٢ حماية مماثلة لتلك التى تحققت بالرى بالرش، هذا بينما لم يوفر الرى بالتنقيط أى حماية من أضرار الصقيع (Hochmuth وآخرون ١٩٩٣).

ولمزيد من التفاصيل عن هذه الطريقة فى الحماية من أضرار الصقيع .. يراجع حسن (١٩٩٨).

الرى

تحتاج الفراولة إلى كميات كبيرة من مياه الرى العالية الجودة، والتى لايزيد فيها تركيز الأملاح عن ٧٠٠-٩٠٠ جزء فى المليون (أى لا تزيد درجة توصيله الكهربائى عن حوالى ١,١-١,٤ مللى موز)، وعلى ألاّ يحتوى على تركيزات مرتفعة من الصوديوم، أو الكلور، أو البورون. وقد سبق بيان الأضرار التى تحدثها الملوحة العالية لنباتات الفراولة فى الفصل الرابع.

وعند زيادة ملوحة التربة عن ١,٥ مللى موز/سم أثناء النمو النباتى يجب غسيل تلك الأملاح فورًا بالرى بمعدل ٢٥م٣ للفدان فى رية واحدة لا تستعمل فيها الأسمدة، مع معاودة برنامج الرى والتسميد العاديين بمجرد احتياج الحقل للرى بعد ذلك.

إن القاعدة فى رى الفراولة هى إجراء الرى كلما انخفضت الرطوبة الأرضية فى الحيز الذى تنمو فيه الجذور إلى نحو ٥٠-٦٠٪ من الرطوبة عند السعة الحقلية. وتتراوح كمية مياه الرى التى تلزم لإعادة الرطوبة الأرضية إلى السعة الحقلية من حوالى ٤م٣ للفدان فى الأراضى الرملية الخشنة إلى ٧م٣ للفدان فى الأراضى الرملية المتوسطة القوام، وحتى ١٢م٣ للفدان فى الأراضى الرملية الناعمة. ويعنى ذلك أن الرى يكرر على فترات أكثر تقاربًا فى الأراضى الرملية الخشنة عنها فى الأراضى الرملية الناعمة؛ فكلما ازدادت السعة الحقلية للتربة (قدرة التربة على الاحتفاظ بالرطوبة ضد الجاذبية الأرضية) كلما ازدادت الفترة بين الريات مع زيادة كمية مياه الرى بالقدر الذى يكفى لترطيب كل منطقة نمو الجذور، وإضافة الأسمدة اللازمة.

تروى حقول الفراولة فى الزراعات الفريجو - التى تزرع على خطوط - بطريقة الغمر كل ٣-٧ أيام حسب طبيعة التربة ودرجة الحرارة السائدة. ويجب أن يكون الرى أثناء موسم الجمع عقب الحصاد مباشرة حتى لاتتعفن الثمار الناضجة التى قد تلامس التربة الرطبة، كما يجب أن يكون الرى خفيفاً حتى لا تصل الرطوبة إلى قمة الخطوط وتتلف الثمار.

أما حقول الفراولة فى الزراعات الفرش فإنها تروى بالرش فى مراحل النمو الخضرى الأولى فقط، ويفضل أن يتوقف الرى بالرش بعد تثبيت الغطاء البلاستيكى للتربة، ليحل محلة الرى بالتنقيط بعد ذلك.

ويعاب على الرى بالرش خلال مرحلة الإزهار أنه يؤدى إلى زيادة انتشار الإصابات المرضية الفطرية، كما أنه يؤدى إلى غسيل حبوب اللقاح؛ مما يؤدى إلى إنتاج ثمار مشوهة.

وقد قدرت احتياجات الفراولة من ماء الرى فى مناخ البحر الأبيض المتوسط بحوالى ٤٥٠٠م^{3} للهكتار (حوالى ١٨٩٠ م^{3} للفدان) خلال الموسم الزراعى الذى يمتد لمدة ٢٠٠ يوم بعد الشتل (El-Farhan & Pritts ١٩٩٧)، ويعادل ذلك حوالى ٥٠م^{3} للنبات خلال الموسم، أو حوالى ٢٥٠ مل(سم^{3})/نبات (١٠م٣/فدان) يومياً كمتوسط عام.

التسميد

تحتاج حقول الفراولة إلى برنامج مكثف ودقيق للتسميد، لكى تعطى أعلى محصول ممكن دون أن تتجه النباتات نحو النمو الخضرى الغزير. ويتطلب تحديد البرنامج التسميدى المناسب التعرف أولاً على أعراض نقص مختلف العناصر، والتركيزات المثلى منها فى النبات فى مختلف مراحل نموه، وكذلك محتوى التربة من تلك العناصر، وماذا تعنيه نتائج تحليل التربة بالنسبة لبرنامج التسميد.

أعراض نقص العناصر

إن من أهم الأعراض التى تظهر عل نباتات الفراولة نتيجة لنقص العناصر المغذية، ما يلى:

الأعراض	المسبب
اصفرار عام	نقص النيتروجين – نقص الكبريت – نقص الموليبدنم
تقزم وتلون أخضر قاتم	نقص الفوسفور
احتراق أو انسفاع الأوراق	نقص البوتاسيوم – نقص المغنيسيوم – زيادة الملوحة
أضرار بالقمة النامية (احتراق القمة)	نقص الكالسيوم – نقص البورون
اصفرار نصل الورقة مع بقاء العروق خضراء	نقص الحديد – نقص الزنك – نقص المنجنيز – نقص النحاس
ضعف التلقيح	نقص البورون
صلابة الثمار بصورة غير مرغوب فيها	نقص الكالسيوم
طراوة الثمار، ورداءة طعمها، وتجوفها، وعدم تلونها جيدًا	نقص البوتاسيوم

ونتناول – فيما يلى – وصفًا لأعراض نقص مختلف العناصر المغذية.

النيتروجين

يؤدى نقص النيتروجين إلى صغر حجم الأوراق، وضعف النمو الخضرى واكتسابه لونًا أخضرًا مصفرًّا. ومن الأعراض المميزة كذلك اكتساب حواف الوريقات المسنة لونًا أحمر، ثم ينتشر اللون الأحمر تدريجيًّا داخل الوريقات إلى أن تصبح الوريقة كلها بلون أحمر لامع أو أحمر ضارب إلى البرتقالى (شكل ٧-٥، يوجد فى آخر الكتاب) كما قد يتغير لون حواف الوريقات من الأحمر إلى البنى. ويحدث الأمر ذاته بالنسبة لأعناق الأوراق وأوراق كأس الثمرة التى تكتسب لونًا أحمر (شكل ٧-٦، يوجد فى آخر الكتاب).

وتبدو المدادات فى النباتات التى تعانى من نقص النيتروجين سميكة وحمراء اللون، كما يقل كثيرًا عدد المدادات التى يكونها النبات (Ulrich وآخرون، و Johanson ١٩٨١).

كذلك يؤدى نقص النيتروجين إلى نقص المحصول، ونقص حجم الثمار، وضعف بريقها.

وقد أدى نقص النيتروجين فى المحاليل المغذية (٠.٠٤ مللى مول نيتروجين مقارنة

بتركيز ٠,٤ أو ٤,٠ مللى مول) إلى إحداث نقص معنوى فى الوزن الجاف الكلى للنبات بلغ أكثر من ٦٥٪، وفى معدل النمو النسبى Relative Growth Rate بلغ ٤٠٪، بينما ازدادت كلا من الكفاءة التمثيلية Net Assimilation Rate، ونسبة وزن الجذور Root Weight Ratio. وقد أحدث نقص النيتروجين نقصًا فى المحصول قدر بنحو ٥٠٪، وحدث ذلك من خلال نقص فى نسبة العقد، وعدد الثمار/نبات، ووزن الثمرة، هذا إلا أن نقص النيتروجين أدى – كذلك – إلى زيادة نصيب الثمار من المادة الجافة الكلية بالنبات (Deng & Woodward ١٩٩٨).

وفى المقابل .. فإن زيادة التسميد الآزوتى عما ينبغى يمكن أن يؤدى إلى شحوب لون الثمار، وعدم تجانس تلوينها، ونقص محتواها من المادة الصلبة الذائبة، وصغر حجمها، وعدم انتظامها فى الشكل، وزيادة نسبة الثمار البيضاء اللون، وزيادة الإصابة بالعنكبوت الأحمر، وأمراض النموات الخضرية وأعفان الثمار، ونقص المحصول المبكر والكلى بسبب اتجاه النبات نحو النمو الخضرى على حساب النمو الزهرى والثمرى (Hochmuth ١٩٩٦).

وعلى الرغم مما تقدم بيانه .. فإن نقص النيتروجين بدرجة بسيطة قد يكون أمرًا مرغوبًا فيه لأنه يؤدى إلى تحسين نوعية الثمار وارتفاع سعر بيعها؛ مما يؤدى إلى زيادة العائد على الرغم من حدوث نقس بسيط فى المحصول.

ويتراوح محتوى النيتروجين المثالى فى الأوراق بين ٢,٧، و ٣,٠٪ على أساس الوزن الجاف.

الفوسفور

مع بداية نقص الفوسفور تبدو النباتات خضراء قاتمة اللون، والأوراق أصغر قليلاً فى الحجم عن الأوراق العادية. ومع ازدياد نقص العنصر يكتسب السطح العلوى للأوراق بريقًا معدنيًا قاتمًا مشوبًا بالاسوداد فى بعض الأصناف (شكل ٧-٧، يوجد فى آخر الكتاب)، هذا بينما يكتسب السطح السفلى للأوراق لونًا أحمرًا قرمزيًا. ومع تقدم الأوراق فى السن قد يمتد هذا التلون الأحمر إلى السطح العلوى للأوراق كذلك. هذا .. وتكون

بداية ظهور التلون الأحمر القرمزى على العروق الصغيرة بالسطح السفلى للأوراق المسنة، ثم ينتشر منها تدريجيًا نحو العروق الرئيسية، ثم إلى باقى نسيج الورقة.

وبصورة عامة .. يكون النمو النباتى متقزمًا، ونمو المدادات ضعيفًا فى النباتات التى تعانى من نقص العنصر.

وتكون أزهار وثمار النباتات التى تعانى من نقص الفوسفور أصغر حجمًا من مثيلاتها الطبيعية، كما تظهر فى بعض الأصناف ثمارًا بيضاء اللون Albino.

ومع استمرار نقص العنصر لفترة طويلة تقل قوة النمو الخضرى، ولكن لايتأثر النمو الجذرى بالقدر ذاته.

تحتوى أوراق النباتات التى تعانى من نقص الفوسفور على أقل من ٧٠٠ جزء فى المليون من العنصر (acid soluble phosphate P) على أساس الوزن الجاف.

البوتاسيوم

تكون بداية أعراض نقص العنصر على صورة اسمرار أو تلون بنى وجفاف بالسطح العلوى لحواف الأوراق الصغيرة المكتملة التكوين، وتنتشر تلك الأعراض تدريجيًا داخل النصل بين العروق إلى أن تشمل معظم مساحة النصل (شكل ٧-٩، يوجد فى آخر الكتاب)، ولكن يبقى الجزء القاعدى منها أخضر اللون. ويتزامن ذلك مع اكتساب السطح السفلى للأوراق لونًا أسمرًا ضاربًا إلى الصفرة يمتد فى كل مساحة الجزء السفلى من النصل بما فى ذلك العرق الوسطى وعنق الورقة، ثم تجف كل تلك الأنسجة. وعلى الرغم من شدة الأعراض التى تظهر على الأوراق المسنة التى تحيط بتاج النبات، أو بكل فرع من التاج، فإن الأوراق الحديثة تبقى خالية من أى عرض. ويبدو أن البوتاسيوم ينتقل من الأوراق المسنة إلى الأوراق الحديثة بالقدر الذى يكفى للنمو الجيد.

وتزداد شدة هذه الأعراض فى الجو الصحو والشمس الساطعة.

وتتشابه هذه الأعراض - فى بعض جوانبها - مع أعراض نقص المغنيسيوم، ومع أعراض انسفاع الأوراق التى يمكن أن تحدثها الملوحة العالية، أو أشعة الشمس القوية، أو الرياح، أو الجفاف، أو بعض الأمراض والآفات.

وتتكون بأعناق الأوراق التى تظهر أعراض الاحتراق على أنصالها بقع متحللة طويلة ذات لون بنى قاتم، ثم تجف تلك الأعناق وتنهار.

كذلك يؤدى نقص العنصر إلى ضعف إنتاج النبات من المدادات، وتكون المدادات قصيرة ورفيعة، وتظهر على أوراقها الأعراض ذاتها التى تظهر على نباتات الأمهات.

كما تفشل ثمار النباتات التى تعانى من نقص العنصر فى التلوين الطبيعى، وتكون رديئة الطعم والقوام، أى تفتقر إلى الطعم والقوام المميزين لثمار الفراولة.

وعلى الرغم من أن الجذور الليفية للنباتات التى تعانى من نقص البوتاسيوم تكتسب لونًا قاتمًا .. فإنها تستعيد لونها الطبيعى عند توفر العنصر.

هذا .. ويجب أن يتراوح تركيز البوتاسيوم فى الأوراق بين ١,٥٪، و ٢,٥٪ على أساس الوزن الجاف، علمًا بأن تركيزًا أقل من ١,٠٪ يمكن أن يترتب عليه نقصًا فى كل من المحصول وجودة الثمار، حيث تنخفض – مع انخفاض نسبة البوتاسيوم فى الأوراق – كلا من نسبة المواد الصلبة الذائبة والحموضة المعايرة فى الثمار.

وفى المقابل .. فإن زيادة البوتاسيوم عما ينبغى قد تؤدى إلى نقص فى صلابة الثمار.

إن المحصول الجيد من الفراولة يمكن أن يُزيل من التربة حوالى ٤٠–٧٠ كجم K للهكتار (أى حوالى ٢٠–٣٥ كجم K_2O للفدان) فى الثمار وكؤوس الثمار.

وتحتوى أنصال أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر على أقل من ٠,٥٪ من البوتاسيوم على أساس الوزن الجاف (عن Miner وآخرين ١٩٩٧).

الكالسيوم

من أهم أعراض نقص الكالسيوم احتراق قمة الأوراق tip-burn، وصلابة الثمار بصورة غير طبيعية، وتقزم النمو الجذرى، وموت القمة النامية للنبات.

تظهر أعراض احتراق قمة الأوراق الصغيرة جدًّا – وهى مازالت بعد ملتفة – (شكل ٧–١٠، يوجد فى آخر الكتاب) خلال فترات النمو السريع، ويزداد ظهورها فى بعض الأصناف أكثر من غيرها. تكون أنصال أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر

متغضنة، وغير ملساء وتظهر بها تجعدات سطحية (شكل ٧-١١، يوجد فى آخر الكتاب)، كما تكون حوافها خضراء باهتة أو صفراء فاتحة اللون. ومع استمرار حالة نقص العنصر يستمر ظهور هذه الأعراض فى الأوراق الجديدة، وتفشل قمة الأوراق فى النمو وتصبح سوداء وتحترق، وهى أعراض تتشابه إلى حد ما مع أعراض نقص البورون. وغالبًا ما تموت أعناق تلك الأوراق وعرقها الوسطى بعد أن يخرج منها عصيرًا نباتيًّا لزجًا (شكل ٧-١٢، يوجد فى آخر الكتاب). وقد تظهر أعراض مماثلة لأعراض أعناق الأوراق على أعناق الأزهار.

وقد تظهر أعراض نقص الكالسيوم على الأوراق المكتملة النمو، ويكون ذلك على صورة مناطق خضراء فاتحة اللون تندمج معًا، ثم تصبح جافة. ويُفرَز أثناء ذلك نقط من سائل عصيرى لزج يخرج من العرق الوسطى للأوراق.

أما الثمار التى تعانى من نقص الكالسيوم فإنها تكون مغطاة بأعداد كبيرة من البذور (الثمار الحقيقية)، إما بصورة مبقعة، وإما على كل سطح الثمرة (شكل ٧-١٣، يوجد فى آخر الكتاب)، وتكون تلك الثمار صلبة القوام (غير مستساغة) وحامضية الطعم.

وتكون جذور النباتات التى تعانى من نقص الكالسيوم قصيرة وسميكة وتصبح قاتمة اللون مع تقدمها فى العمر.

وتحتوى أنصال أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر على أقل من ٠,٢٪ كالسيوم على أساس الوزن الجاف.

ويفيد الرش بالكالسيوم أثناء تكوين الثمار فى إنتاج ثمار أكثر صلابة ولمعانًا.

ويزيد تركيز الكالسيوم فى طرف الثمرة القاعدى (المتصل بالعنق) عما فى طرفها البعيد عن العنق، ويكون أعلى تركيز للكالسيوم فى الثمار الفقيرة (البذور)، وأقل تركيز فى النسيج الداخلى للثمرة اللحمية.

ولم يؤثر التسميد بالكالسيوم - سواء كان ذلك بطريق الرش على النموات الخضرية، أم مع مياه الرى بالتنقيط، أم على صورة جبس أضيف قبل الزراعة - لم يؤثر ذلك على محتوى الأنسجة اللحمية للتخت الزهرى من الكالسيوم (Makus & Morris ١٩٩٨).

المغنيسيوم

تبدأ أعراض نقص المغنيسيوم على صورة اصفرار أو تلون بالسطح العلوى لحواف الأوراق المسنة، يمتد نحو الداخل تدريجيًّا بين العروق إلى أن تصبح المساحات التى بين العروق ملطخة بمساحات صفراء إلى بنية اللون. ويعقب ذلك احتراق (انسفاع scorching) الأوراق، بينما يبقى الجزء القاعدى من الورقة بلون أخضر فاتح حتى النهاية (شكل ٧-١٤، يوجد فى آخر الكتاب). تبقى الأوراق الصغيرة والوسطى بالنبات خضراء اللون كما فى حالة نقص البوتاسيوم، بينما تبقى أعناق الأوراق خضراء بعكس الحال فى البوتاسيوم. وفى كلتا الحالتين يزداد الانسفاغ بزيادة نقص العنصر ومع تقدم النبات فى العمر. وتجدر الإشارة إلى أن أعراض الاصفرار والتلون البنى بين العروق الذى يحدث عند نقص المغنيسيوم يبدأ من قاعدة التسنين عند حافة الوريقة، وبعد أن يصل إلى العرق الوسطى فإنه يمتد إلى الأجزاء المسننة ذاتها.

تبدو ثمار النباتات التى تعانى من نقص المغنيسيوم عادية، باستثناء أنها قد تكون أبهت لونًا، كما قد تظهر بعض الثمار الألبينو.

ولايتأثر النمو الجذرى للنباتات التى تعانى من نقص العنصر، ولكنه يكون أقل انتشارًا.

وتحتوى أوراق النباتات التى تعانى من نقص المغنيسيوم على أقل من ٠,١٪ من العنصر على أساس الوزن الجاف.

الكبريت

تكون أوراق النباتات التى تعانى من نقص الكبريت خضراء باهتة إلى صفراء اللون، ويكون هذا التغير اللونى متجانسًا، وتتشابه الأعراض فى ذلك اللون الأصفر المتجانس مع أعراض نقص النيتروجين، ولكن دون أن يظهر احمرار على الأوراق. وتظهر بقع صغيرة ميتة متحللة فى أنصال الأوراق فى المراحل المتقدمة من نقص العنصر.

تبدو حواف الوريقات المسنة فى النباتات التى تعانى من نقص الكبريت وقد تلونت أطراف التسنين فيها بلون أسود بنى، وينتشر هذا التلون تدريجيًّا نحو قاعدة الأسنان، ثم ببطء بعد ذلك نحو قواعد الوريقات.

كذلك يقل عدد المدادات التى تنتجها النباتات التى تعانى من نقص الكبريت.

وليس لنقص الكبريت أى تأثير على مظهر الثمار باستثناء أنها تكون أصغر حجمًا.

تحتوى أوراق النباتات التى تتعرض لنقص الكبريت على أقل من ١٠٠ جزء فى المليون من العنصر (Sulfate S) على أساس الوزن الجاف، بينما يزيد التركيز عن ذلك فى أوراق النباتات التى لاتعانى من نقص العنصر.

الحديد

تظهر أعراض نقص الحديد على الأوراق الحديثة فى بداية الأمر، وتتميز بتغير لون المساحات التى توجد بين العروق إلى اللون الأصفر أو الأبيض، بينما تبقى العروق خضراء اللون. ومع استمرار نقص العنصر تنتشر تلك الأعراض فى جميع أوراق النبات فيما عدا أكبرها عمرًا، بينما تصبح الأوراق الجديدة بيضاء تقريبًا، وتظهر مساحات صغيرة بنية اللون على امتداد حافة الأوراق بين العروق (شكل ٧-١٥، يوجد فى آخر الكتاب).

تحتوى أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر على الحديد بتركيز يقل عن ٤٠ جزء فى المليون على أساس الوزن الجاف.

الزنك

تتميز أعراض نقص الزنك بتقزم النباتات، وظهور هالة خضراء على امتداد حافة الورقة، بينما يظهر اصفرار بين العروق فى كل مساحة الورقة (شكل ٧-١٦، يوجد فى آخر الكتاب)، كما تظهر تشوهات بالوريقات التى تصبح حافتها متموجة وقاعدتها ضيقة، بينما تبقى العروق خضراء اللون. تبدأ الأعراض بالظهور على الأوراق الحديثة ونباتات المدادات. وكقاعدة عامة .. لا تظهر أى بقع متحللة بالأوراق التى تعانى من نقص الزنك حتى فى حالات النقص الشديدة.

ومن المعروف أن توفر النحاس يثبط امتصاص الزنك، وأن زيادة الفوسفور يثبط انتقال الزنك فى النباتات، كما يحل الكالسيوم محل الزنك على سطح غرويات التربة.

وتحتوى أنصال أوراق النباتات التى تعانى من نقص الزنك على أقل من ١٠ أجزاء فى المليون من العنصر على أساس الوزن الجاف.

المنجنيز

يؤدى نقص المنجنيز إلى تلون المساحات التى بين العروق فى أنصال الوريقات الحديثة باللون الأخضر المصفر الشاحب، ولا يمتد هذا التغير اللونى إلى مواضع التسنين فى حافة الورقة، ولا إلى العروق، ولكن لايكون اخضرار العروق بالدرجة ذاتها التى تكون عليها عروق الوريقات التى تعانى من نقص الحديد. ومع استمرار نقص العنصر تظهر الأعراض على الأوراق الوسطية للنبات، ثم تظهر نقط صغيرة حمراء فى المساحات الصفراء من الوريقات بالقرب من حافتها الخضراء، ثم تنتشر تلك النقط الحمراء بعد ذلك فى العرق الوسطى، ثم فى الحافة الخضراء الخارجية إلى أن تغطى على لونها، وقد تلتف حافة الورقة لأعلى (شكل ٧-١٧، يوجد فى آخر الكتاب).

كذلك يؤدى نقص العنصر إلى نقص إنتاج المدادات بنسبة ٥٠-٦٠٪.

ويقل تركيز المنجنيز فى أوراق النباتات التى تعانى من نقص العنصر عن ٢٥ جزء فى المليون على أساس الوزن الجاف.

النحاس

تتشابه أعراض نقص النحاس مع أعراض نقص المنجنيز. تكتسب الأوراق الحديثة لونًا باهتًا، مع زيادة بهتان اللون الأخضر بين العروق، وقد يصبح السطح العلوى للوريقات أبيض اللون فيما عدا عند الحافة التى تبقى خضراء (شكل ٧-١٨، يوجد فى آخر الكتاب).

ويكون محتوى أنصال الأوراق التى تعانى من نقص العنصر أقل من ٣ أجزاء فى المليون على أساس الوزن الجاف.

ويبقى أكثر من ٦٥٪ من النحاس الممتص فى الجذور، وتحصل التيجان على نسبة ١٠٪، وأعناق الأوراق على ١٠٪، بينما لا تصل إلى الأزهار إلاّ ٠,٥٪ من العنصر الممتص.

ويكفى تركيز قدره ٠,٥ ميكرومول من النحاس/لتر - فى المحاليل المغذية - للحصول على نمو ومحصول جيدين من الفراولة (Lieten ١٩٩٧ب).

البورون

يبدأ ظهور أعراض نقص البورون فى القمم النامية للنبات، وفى جميع أجزاء النبات التى تكون نشطة فى الانقسام الخلوى؛ فتتوقف استطالة الجذور، وتزداد سمكًا وتفرعًا (شكل ٧-١٨، يوجد فى آخر الكتاب)، ويظهر احتراق بقمم الوريقات التى تبرز من تيجان النباتات، وتبدو حوافها صفراء اللون، وتكون تلك الأوراق ملتوية ومتغضنة وصغيرة نسبيًا (شكل ٧-١٩، يوجد فى آخر الكتاب)، كما تكون المدادات قصيرة ونباتاتها صغيرة وأوراقها مشوهة. ويؤدى استمرار نقص العنصر إلى تقزم النباتات بشدة، وحدوث زيادة واضحة فى إنتاج التيجان الفرعية، وزيادة فى حدة الأعراض فلا يزيد طول الأوراق عن ٢,٥ سم وطول المدادات عن ٥ سم. كما تكون الأزهار أصغر حجمًا، ويقل إنتاج حبوب اللقاح.

وتتشابه أعراض نقص البورون مع أعراض نقص الكالسيوم فى المراحل الأولى لكليهما، فكلاهما يؤثر على الأوراق الصغيرة ويحدثان بها تغضنًا وتجعدًا واحتراقًا بالقمة، كذلك يتقزم النمو الجذرى فى كلتا الحالتين. هذا .. إلا أنه فى حالات النقص البسيطة للبورون تتلون المساحات بين العروق فى الأوراق باللون الأصفر، بينما تبقى تلك المساحات خضراء اللون عند نقص الكالسيوم.

ويعد البورون ضروريًا لحيوية حبوب اللقاح وإنباتها، وتكوين البذور؛ وبذا .. فإن نقص العنصر يؤثر سلبيًا على عقد الثمار، ويؤدى إلى تكوين ثمار صغيرة ومشوهة وغير مستوية السطح bumpy (شكل ٧-٢٠، يوجد فى آخر الكتاب)، لأن عقد البذور لا يكون كاملاً. كذلك تلاحظ ظاهرة الثمار البيضاء (الألبينو) فى النباتات التى تعانى من نقص البورون.

تحتوى أنصال أوراق النباتات التى تعانى من نقص البورون على أقل من ٢٥ جزءًا فى المليون من العنصر على أساس الوزن الجاف. وفى بعض الدراسات كان المستوى الحرج لنقص البورون هو ١٨ جزءًا فى المليون بالنسبة لغالبية الأصناف، و ٢-٥ أجزاء فى المليون بالنسبة لبعضها.

ويعد البورون قليل الحركة فى نبات الفراولة. ويتحرك العنصر بطريقة سلبية مع

الماء الذى تمتصه الجذور ولا يُعاد توزيع العنصر الذى يصل إلى الأوراق إلى أجزاء النبات الأخرى، لأنه لاينتقل فى اللحاء. ولذا .. تعد الأوراق هى أكثر الأعضاء النباتية تعرضًا لتجمع البورون بها؛ مما يسبب احتراقًا بحوافها واصفرارًا بين العروق فى أنصالها.

تؤدى الظروف التى تساعد على زيادة معدل النتح – مثل الجو الحار الجاف – إلى تراكم البورون فى الأوراق، وخاصة فى حوافها، وقد يزداد تركيزه فيها إلى ٢٠٠ جزء فى المليون، مما يؤدى إلى موتها. ويحدث التسمم من البورون عند زيادة تركيزه فى الأوراق – على أساس الوزن الجاف – عن ١٢٠ جزءًا فى المليون. وفى الظروف التى يزداد فيها الضغط الجذرى – عند توفر الرطوبة الأرضية مع ارتفاع الرطوبة النسبية ليلاً – قد يفرز البورون مع ماء الإدماع guttation الذى يبرز من الثغور المائية hydathodes فى نهايات العروق بالأوراق.

ووجد Lieten (١٩٩٥) أن التركيز المناسب للبورون فى المحلول المغذى لنباتات الفراولة من صنف إلسانتا Elsanta النامية فى أكياس البيت موس تراوح بين ٥، و ١٥ ميكرومول/لتر.

وقد أدى رش نباتات الفراولة بحامض البوريك بتركيز ٠,٣٪ قبل الإزهار بنحو ١٠ أيام مع الرش بنفثالين حامض الخليك NAA بتركيز ١٠٠ × ١٠$^{-٦}$ مولار خلال مرحلة الإزهار وعقد الثمار إلى نقص نسبة الثمار المشوهة، وزيادة المحصول بنسبة ٢٧,٥٪، وزيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى الثمار بمقدار ١,٥ (Xiao وآخرون ١٩٩٨).

الموليبدنم

يظهر نقص المولیبدنم على صورة اصفرار متجانس بالأوراق الحديثة وتحلل بالأوراق المسنة، كما تلتف حواف الوريقات إلى أعلى.

وليس للنقص البسيط فى المولیبدنم أى تأثير على حجم الثمار أو جودتها.

وتحتوى أوراق النباتات التى تعانى من نقص المولیبدنم على أقل من ٠,٤ جزء فى المليون من العنصر.

ويعالج نقص الموليبدنم برش النموات الخضرية بأى من ملحى موليبدات الصوديوم أو الأمونيوم بتركيز ١,٥ جم/لتر من الماء + ١٪ مادة ناشرة (Ulrich وآخرون ١٩٨٠، و Johanson ١٩٨١، و Mass ١٩٩٨).

السيليكون

أدت زيادة تركيز السيليكون فى المحاليل المغذية من ٤,٢٥ إلى ١٧,٠ مللى مول على صورة سيليكات البوتاسيوم K_2SiO_3 إلى زيادة محتوى الأوراق من الكلوروفيل والنمو النباتي، كما أدت إضافة السيليكون إلى زيادة محتوى الثمار من حامض الستريك والماليك، ونقص محتوى الجلوكوز والفراكتوز والميوإينوسيتول myo-inositol (Wang & Galletta ١٩٩٨).

تحليل النبات

يجرى تحليل الأوراق لتعرف محتواها من مختلف العناصر الغذائية الضرورية للنبات، ويلزم لذلك جمع عينات الأوراق التى تلزم للتحليل وتداولها بطريقة سليمة، ثم إجراء التحليل إما على أنصال الأوراق أو أعناقها المجففة بالطرق المعملية، وإما بالطرق السريعة على العصير الخلوى لأعناق الأوراق فى حالتى النيتروجين النتراتى والبوتاسيوم ويلزم فى جميع الحالات تعرف مستويات النقص، والكفاية، والزيادة من كل عنصر.

التحليل المعملى

تؤخذ أعناق الأوراق التى أكملت نموها حديثًا لتحليل النترات، والكلوريد، ولتحليل الفوسفور الذائب فى ٢٪ حامض الخليك، بينما تؤخذ أنصال تلك الأوراق لتحليل البوتاسيوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم، والحديد، والمنجنيز، والزنك، والنحاس، والموليبدنم، والبورون، والنيتروجين الكلى، والفوسفور الكلى، والصوديوم.

تتكون عينة الأوراق التى تجمع للتحليل – عادة – من ٣٠-٤٠ ورقة، تؤخذ كل منها من على مسافات منتظمة بامتداد أحد خطوط الزراعة بمنتصف الحقل المعنى، مع تقسيم الحقل إلى عدة أجزاء متساوية لهذا الغرض.

تجزأ الأوراق – أثناء تجميعها – إلى أعناق وأنصال، وتوضع في أكياس ورقية، وتبقى مبردة إلى حين وضعها في فرن مهوى على حرارة ٧٠ْم لمدة ٢٤ ساعة. وعند الرغبة في تحليل الحديد، أو الزنك، أو النحاس، أو الموليبدنم، فإنه يتعين غسيل الأتربة من على الأوراق باستعمال محلول حامض ضعيف يحتوى على منظف صناعي، ثم شطفها بالماء المقطر قبل تجفيفها. وبعد تجفيف العينات فإنها تطحن إلى أن تصبح دقيقة، بحيث يمكنها النفاذ من منخل mesh screen مقاس ٢٠–٤٠، ثم تنقل إلى وعاء بلاستيكى يحكم إغلاقه لحين إجراء التحليل الكيميائية عليها.

ويحلل النيتروجين النتراتى فى أعناق الأوراق باستعمال حامض الفينول داى سلفونك phenoldisulfonic acid أو بأى طريقة أخرى.

ويمكن استعمال عينات لأنصال الأوراق تزن العينة منها ١٢٥–٢٥٠ مجم لتقدير كل من الصوديوم والبوتاسيوم، والكالسيوم، والمنجنيز، والحديد، والزنك، والنحاس بطريقة القياس اللونية colorimetry. كما يقدر بها الفوسفور الكلى بعد معاملة العينة بحامض النيتريك المركز فى أنبوبة هضم، ثم بالهضم باستعمال حامض نتريك بركلوريك nitric-perchloric acid. أما الكبريتات فإنها تقدر فى عينة الأنصال بطريقة أزرق الميثلين methylene blue (Ulrich وآخرون ١٩٨٠).

ويبين جدول (٧–١) المستوى الحرج، والمستوى الذى تظهر معه أعراض نقص العنصر، ومستوى الكفاية لمختلف العناصر الضرورية فى أنصال أوراق الفراولة وأعناقها على أساس الوزن الجاف (عن Ulrich وآخرين ١٩٨٠).

كما يبين جدول (٧–٢) المدى المناسب لمختلف العناصر الغذائية الضرورية فى أحدث أوراق الفراولة التى أكملت تكوينها (أنصال + أعناق) – على أساس الوزن الجاف – فى بداية موسم الحصاد وفى منتصفه، علمًا بأن نقص مستوى العنصر عن الحد الأدنى لذلك المدى يعنى نقص العنصر عما ينبغى، وأن زيادته تعنى زيادته عما ينبغى (Hochmuth & Albregts ١٩٩٥).

جدول (٧-١): المستوى الحرج، والمستوى الذى تظهر معه أعراض نقص العنصر، ومستوى الكفاية لمختلف العناصر الضرورية فى الفراولة على أساس الوزن الجاف.

العنصر	الصورة المقدرة للعنصر	الجـــزء النباتى	التركيز الحرج	المدى الذى تظهر معه أعراض نقص العنصر	المدى الذى لاتظهر معه أعراض نقص العنصر
			(٪)	(٪)	(٪)
النيتروجين	N الكلى	النصل	٢,٨	٢,٨-٢,٠	٣,٠ فأكثر
البوتاسيوم	K	النصل	١,٠	٠,٥-٠,١	٦,٠-١,٠
		العنق	١,٠	٠,٤-٠,١	٦,٠-١,٠
الكالسيوم	Ca	النصل	٠,٣	٠,٢٠-٠,٠٨	٢,٧-٠,٤
المغنيسيوم	Mg	النصل	٠,٢	١,٠-٠,٠٣	٠,٧-٠,٣
الكلورين	Cl	العنق	--	< ٠,٠٧	٠,٤-٠,٠٧ فأكثر
الصوديوم (عنصر غير ضرورى)	Na	النصل	--	< ٠,٠١	٠,٤-٠,٠١ فاكثر
			(جزء فى المليون)	(جزء فى المليون)	(جزء فى المليون)
النيتروجين	NO_3^-N	العنق	٥٠٠	صفر-٥٠٠	٢٠٠٠٠-٧٠٠
الفوسفور	$H_2PO_4^-P$	العنق	٧٠٠	٧٠٠-١٥٠	٥٠٠٠-١٠٠٠
	P الكلى	النصل	١٠٠٠	١١٠٠-٣٠٠	١٣٠٠٠-١٥٠٠
الكبريت	SO_4-S	النصل	١٠٠	٨٠-٢٥	٥٠٠-١٠٠ فأكثر
	S الكلى	النصل	١٠٠٠	٩٠٠-٣٠٠	١٠٠٠ فأكثر
الحديد	Fe	النصل	٥٠	٤٠-٥	٣٠٠-٥٠
المنجنيز	Mn	النصل	٣٠	٢٥-٤	٧٠٠-٣٠
الزنك	Zn	النصل	٢٠	١٠-٦	٥٠-٢٠ فأكثر
النحاس	Cu	النصل	٣,٠	< ٣,٠	٣٠-٣
البورون	B	النصل	٢٥	٢٢-١٨	٢٠٠-٣٥
الموليبدنم	Mo	النصل	٠,٥	٠,٤٠-٠,١٢	٠,٥ فأكثر

جدول (٧-٢): المستوى المناسب لمختلف العناصر الغذائية فى أوراق (أنصال + أعناق) الفراولة التى أكملت نموها حديثًا على أساس الوزن الجاف.

العنصر	وقت التحليل	
	عند بداية موسم الحصاد	فى منتصف موسم الحصاد
	(٪)	(٪)
النيتروجين	٣,٥-٣,٠	٣,٠-٢,٨
الفوسفور	٠,٤-٠.٢	٤,٠-٠,٢
البوتاسيوم	٢,٥-١,٥	٢,٥-١,١
الكالسيوم	١,٥-٠,٤	١,٥-٠,٤
المغنيسيوم	٠,٥٠-٠,٢٥	٠,٤-٠,٢
الكبريت	٠,٨٠-٠,٢٥	٠,٨٠-٠,٢٥
	(جزء فى المليون)	(جزء فى المليون)
الحديد	١٠٠-٥٠	١٠٠-٥٠
المنجنيز	١٠٠-٣٠	١٠٠-٢٥
الزنك	٤٠-٢٠	٤٠-٢٠
البورون	٤٠-٢٠	٤٠-٢٠
النحاس	١٠-٥	١٠-٥
الموليبدنم	—	٠,٨-٠,٥

اختبار الداى فينيل أمين للنترات

يُعد اختبار الداى فينيل أمين diphenylamine أسرع اختبار لتقدير النيتروجين النتراتى فى الفراولة، وفيه توضع نقطة من كاشف الداى فينيل أمين على قطع مائل يتم عمله فى عنق الورقة. فإذا ما ظهر لون أزرق واضح فى الحال، فإن ذلك يعنى أن محتوى النيتروجين النتراتى فى عنق الورقة يزيد عن ٥٠٠ جزء فى المليون وأن النبات لا يعانى من أى نقص فى النيتروجين وقت إجراء الاختبار. أما إذا بقى الكاشف عديم اللون، أو تحول إلى اللون الأزرق ببطء شديد، فإن ذلك يعنى أن محتوى النيتروجين النتراتى فى عنق الورقة يقل عن ٥٠٠ جزء فى المليون، وأن النبات يعانى من نقص فى إمدادات النيتروجين وقت إجراء الاختبار.

يحضر كاشف الداى فينيل أمين بإضافة ٠,٢ جم من المركب إلى ١٠٠ مل من حامض الكبريتيك المركز الخالى من النترات. يخزن الكاشف فى قنينة زجاجية من البيركس ذات غطاء زجاجى كذلك، ويؤخذ منها ما يلزم للاختبارات الحقلية فى قنينة بقطارة ذات غطاء زجاجى. ويتعين الحرص الشديد عند تداول الحامض المركز لأنه كاو شديد، ويتم التخلص من الكميات الزائدة منه بتفريغها فى الماء وليس العكس.

إن الحد الأدنى الذى أسلفنا بيانه للنيتروجين النتراتى - وهو ٥٠٠ جزء فى المليون على أساس الوزن الجاف - يجب ألا يكون هو الهدف الذى نسعى إلى الوصول إليه، فالنيتروجين النتراتى يجب أن يكون دائمًا فى حدود ٢٠٠٠ جزء فى المليون أو أعلى من ذلك. وينظر إلى تركيز ٣٠٠٠-١٠٠٠٠ جزء فى المليون على أنه يمثل احتياطى نيتروجين للنبات. أما إذا كان تركيز النيتروجين النتراتى يزيد عن ١٠٠٠٠ جزء فى المليون فإن النمو الورقى يزداد بشدة ويكون ذلك على حساب المحصول. وعندما يكون التحليل قريبًا من المستوى الحرج - وهو ٥٠٠ جزء فى المليون - فإنه يتعين تصحيح الوضع فى الحال، ليس بالتسميد الآزوتى الأرضى فقط، ولكن بالتسميد الورقى كذلك.

وغنى عن البيان أنه كلما طالت الفترة التى يبقى فيها مستوى النيتروجين فى النبات أقل مما ينبغى أو أعلى عما ينبغى كلما ازداد النقص المتوقع فى المحصول، وبالمقارنة .. كلما ازدادت الفترة التى يبقى فيها النيتروجين فى المستوى المناسب (٥٠٠٠-١٠٠٠٠ جزء فى المليون خلال مراحل النمو النشط) كلما استمر التوازن بين النمو الخضرى والثمرى وكلما ازداد المحصول المتوقع (Ulrich وآخرون ١٩٨٠).

تقدير النيتروجين النتراتى والبوتاسيوم فى العصير الخلوى لأعناق الأوراق

يجرى تحليل العصير الخلوى لأعناق الأوراق على عينة من أعناق أحدث الأوراق التى أكملت نموها، علمًا بأنه يكفى عينة من حوالى ٢٠ عنق ورقة من كل فدان). تقطع أعناق الأوراق إلى أجزاء صغيرة، ثم يستخلص منها العصير باستعمال عصارة ثوم. ويتم تحليل النيتروجين النتراتى والبوتاسيوم فى عصير أعناق الأوراق مباشرة - ودونما تخفيف أو ترشيح - باستعمال جهاز صغير يعمل بالبطارية.

تُصنَّع هذه الأجهزة بواسطة شركتى Horida اليابانية، و Spectrum Technologies الأمريكية. ويمكن أن تستعمل أقطاب النترات والبوتاسيوم لتلك الأجهزة فى عملية القياس لمئات العينات قبل تغييرها، ولكن تلزم معايرة الأجهزة مرتين - على الأقل - يوميًّا باستعمال محلول قياسى من نترات البوتاسيوم.

ويمكن تخزين أعناق الأوراق على درجة الصفر إلى ٤°م لمدة ٦ ساعات دون توقع أى تغير معنوى فى محتواها من النترات، ولكن تقدير النترات فى العصير يجب أن يجرى فى خلال دقيقتين - كحد أقصى - من استخلاصه من الأعناق، وإلاّ تغيرت القراءة المتوقعة بفعل تعرض العصير للهواء. كما أن الشد الرطوبى يمكن أن يؤثر على قراءة الجهاز؛ ولذا .. يفضل أخذ القراءات فى الصباح. هذا وتنخفض قراءة الجهاز للنترات بمقدار ٢٠٪ بين الساعة السابعة صباحًا والثانية بعد الظهر. ويفضل أخذ قراءة النترات فى مكان مظلل لأن قطب النترات حساس للتقلبات الحرارية التى يمكن أن يُحدثها التعرض لضوء الشمس المباشر.

يجب أن تكون قراءة العينات - دائمًا - فى حدود أقصى مدى لتدريج الجهاز؛ فإذا مازادت قراءة العينة عنه وجب تخفيضها إلى أن تصبح قراءتها فى المدى المناسب، ثم يحسب التركيز الحقيقى بناء على درجة التخفيف.

تقرأ هذه الأجهزة البوتاسيوم مباشرة كجزء فى المليون من أيون البوتاسيوم K^+، أما النيتروجين فإن بعض الأجهزة تقرأه فى صورة نترات، بينما تقرأه أجهزة أخرى فى صورة نيتروجين نتراتى، فإذا ما كانت القراءة فى صورة نترات وجبت قسمتها على ٤,٤٣ للحصول على تركيز النيتروجين النتراتى.

ويرتبط تركيز النترات المقدر بهذا الجهاز - بدرجة عالية - مع تركيز النترات المقدر فى أعناق الأوراق بالطرق المعملية التقليدية، والعلاقة بينهما خطية على امتداد مدى واسعًا من تركيز النترات.

يعتبر اختبار تقدير النترات فى أعناق الأوراق أكثر حساسية وأسرع من اختبار تقدير النيتروجين العادى فى أنصال الأوراق.

ويبين جدول (٧-٣) المدى المناسب لكل من النيتروجين النتراتي والبوتاسيوم في عصير أعناق الأوراق بالنسبة لغالبية الأصناف القصيرة النهار، ولكن هذه الأرقام ترتفع إلى الضعف بالنسبة للصنف كابارلا، وإلى حوالى ٢,٥ ضعف في الصنف سلفا.

جدول (٧-٣): المستوى المناسب لكل من النيتروجين النتراتي، والبوتاسيوم (بالجزء فى المليون) فى عصير أعناق أوراق الفراولة على امتداد موسم النمو فى فلوريدا (عن Hochmuth & Albregts ١٩٩٥).

الشهر	النيتروجين النتراتي	البوتاسيوم
نوفمبر	٨٠٠-٩٠٠	٣٠٠٠-٣٥٠٠
ديسمبر	٦٠٠-٨٠٠	٣٠٠٠-٣٥٠٠
يناير	٦٠٠-٨٠٠	٢٥٠٠-٣٠٠٠
فبراير	٣٠٠-٥٠٠	٢٠٠٠-٢٥٠٠
مارس	٢٠٠-٥٠٠	١٨٠٠-٢٥٠٠
أبريل	٢٠٠-٥٠٠	١٥٠٠-٢٠٠٠

تختلف أصناف الفراولة في مدى التركيز المناسب للنترات في أعناق الأوراق، ويتراوح المدى الموصى به بين ١٠٠، و ١٥٠٠ جزء في المليون للصنفين المحايدين للفترة الضوئية: سلفا، وسى سكيب. هذا بينما يكون تركيز النترات في أعناق الأوراق عند نقص العنصر أقل من ٧٠٠ جزء في المليون.

ويتراوح التركيز المناسب للبوتاسيوم في أعناق الأوراق بين ٢٥٠٠، و ٣٠٠٠ جزء في المليون في نوفمبر وديسمبر، ينخفض إلى ٢٠٠٠ جزء في المليون في مارس، و ١٥٠٠ جزء في المليون في منتصف أبريل.

وتتراوح الاختلافات بين النباتات في تركيز النترات في أعناق الأوراق بين ١٠، و ٣٠٪، بينما تتراوح تلك الاختلافات بالنسبة للبوتاسيوم بين ٥، و ١٥٪ فقط.

ويوصى Lopez Nunez وآخرون (١٩٩٩) بأن يتراوح تركيز النيتروجين النتراتي في أعناق أوراق صنف الفراولة كماروزا بين ٣٥٠، و ٥٥٠ جزءًا في المليون على أساس الوزن الطازج في خلال الفترة من يناير إلى مارس في إسبانيا.

تحليل التربة

يُظهر تحليل التربة مدى فقرها أو غناها في مختلف العناصر الضرورية للنبات، ومدى الحاجة للتسميد، وخاصة بعنصرى الفوسفور والبوتاسيوم (جدول ٧-٤).

جدول (٧-٤): تفسير نتائج تحليل التربة (Mehlic-1 soil test)، ومدى حاجة الفراولة للتسميد بعنصرى الفوسفور والبوتاسيوم بناء على نتيجة التحليل (عن Hochmuth & Albregts ١٩٩٥).

العنصر	نتيجة التحليل (جزء فى المليون)	توصيف التربة بالنسبة لمحتواها من العنصر	الحاجة إلى التسميد (كيلو جرام/فدان)
الفوسفور			(P_2O_5)
	< ١٠	فقيرة جدًّا	٧٠
	١٠-١٥	فقيرة	٥٥
	١٦-٣٠	متوسطة	٤٥
	٣١-٦٠	غنية	صفر
	> ٦٠	غنية جدًّا	صفر
البوتاسيوم			(K_2O)
	< ٢٠	فقيرة جدًّا	٧٠
	٢٠-٣٥	فقيرة	٥٥
	٣٦-٦٠	متوسطة	٤٥
	٦١-١٢٥	غنية	صفر
	> ١٢٥	غنية جدًّا	صفر

برامج التسميد

تختلف برامج التسميد الموصى بها للفراولة باختلاف مكان الإنتاج، وطريقة الإنتاج، والصنف المستعمل، ونظام الرى، وقوام التربة ومدى خصوبتها. ونستعرض فى هذا المقام نتائج الدراسات التى أجريت على التسميد بالنيتروجين والبوتاسيوم فى عدد من أهم مناطق إنتاج الفراولة فى العالم، ثم نعرج إلى بيان لبعض برامج التسميد المقترحة من قبل جهات مختلفة لطرق الإنتاج المختلفة.

دراسات التسميد بالنيتروجين والبوتاسيوم

١ - النيتروجين:

تسمد حقول الفراولة فى كاليفورنيا بالنيتروجين فى حدود ١١٢-١٧٠ كجم للهكتار (حوالى ٤٧-٧١ كجم للفدان). كما توصى دراسات تسميد الفراولة فى فلوريدا بالتسميد الآزوتى بمعدلات مماثلة لمعدلات كاليفورنيا أو أقل قليلاً منها.

ويذكر Hochmuth وآخرون (١٩٩٦) أن تسميد الفراولة - التى تروى بالرش - فى فلوريدا بمعدل ١١٢-٢٢٤ كجم من النيتروجين للهكتار (حوالى ٤٧-٩٤ كجم للفدان) أدى إلى تدهور جودة الثمار. وعند الرى بالتنقيط، يوصى فى فلوريدا بأن يكون معدل التسميد الآزوتى اليومى كيلو جرام واحد للهكتار (٠,٤٢ كجم للفدان)، إلاّ أن معدل التسميد اليومى الفعلى الذى يطبق من قبل منتجى الفراولة يتراوح بين ١,٥، و ٢,٠ كجم N للهكتار (حوالى ٠,٦٣-٠,٨٤ كجم N/فدان). هذا .. ولم يجد الباحثون تأثيرًا معنويًا لزيادة معدل التسميد اليومى بالنيتروجين - مع ماء الرى بالتنقيط - من ٠.٢٨ إلى ١,٤٠ كجم للهكتار (٠,١٢ إلى ٠,٥٩ كجم/فدان) - على المحصول المبكر (محصول الفترة من نوفمبر إلى يناير)، بينما ازداد محصول شهر مارس بزيادة معدل التسميد الآزوتى اليومى إلى ٠,٧٦ كجم للهكتار (٠,٣٢ كجم للفدان)، والمحصول خلال الموسم كله بزيادة معدل التسميد الآزوتى اليومى إلى ٠,٥٤ كجم للهكتار (٠,٢٣ كجم للفدان).

وفى ولاية نورث كارولينا استجابت الفراولة للتسميد الآزوتى حتى ١٢٠ كجم N للهكتار (حوالى ٥٠ كجم N للفدان) علمًا بأن نصف هذه الكمية أضيفت قبل الزراعة، بينما أضيف النصف الآخر مع مياه الرى بالتنقيط خلال موسم النمو (Miner وآخرون ١٩٩٧).

وعلى الرغم من أن زيادة معدلات التسميد الآزوتى فى أرض رملية فقيرة أدت إلى زيادة محصول الفراولة، إلا أن ذلك كان مصاحبًا بزيادة فى أعفان الثمار، هذا .. بينما لم يؤثر التسميد الآزوتى على نسبة محصول الثمار العالية الجودة التى يزيد قطرها عن ٢٢ ملليمترًا (Nestby ١٩٩٨).

وفى إسبانيا أنتجت نباتات الصنف كماروزا التى أعطيت معدلات يومية منخفضة

من النيتروجين (حوالى ٠,١٠ إلى ٠,١٧ كجم N/فدان) أعلى محصول مبكر وكلى (López Núnez وآخرون ١٩٩٩).

٢ – البوتاسيوم:

أوضحت معظم الدراسات التى أجريت على التسميد البوتاسى للفراولة التى تروى بطريقة الرش أن أقصى استجابة للفراولة كانت عند التسميد بمعدل ١٦٠ كجم K للهكتار (أو نحو ٨١ كجم K_2O للفدان)، ويأخذ ذلك المعدل المرتفع فى الاعتبار أن نسبة لا يستهان بها من السماد البوتاسى المضاف لا تستفيد منها النباتات بسبب غسيلها مع مياه الرى التى ترشح إلى باطن التربة (عن Albregts وآخرين ١٩٩٦).

وعندما كان رى الفراولة بطريقة التنقيط (فى فلوريدا)، وجد Albregts وآخرون (١٩٩٦) أن زيادة معدل التسميد البوتاسى اليومى من ٠,٢٨ إلى ١,٤٠ كجم K للهكتار (من ٠,١٤ إلى ٠,٧٠ كجم K_2O للفدان) أدت إلى زيادة تركيز البوتاسيوم فى أعناق الأوراق وأنصالها إلا أنها لم تؤثر على المحصول، ولم تؤثر بانتظام على متوسط وزن الثمرة. كذلك حصل Miner وآخرون (١٩٩٧) على نتائج مماثلة للتسميد البوتاسى فى ولاية نورث كارولينا الأمريكية، حيث لم تؤثر زيادة معدل التسميد البوتاسى اليومى مع مياه الرى بالتنقيط من ٠,٤٦ إلى ٢,٣٢ كجم K للهكتار (٠,٢٣ إلى ١,١٧ كجم K_2O للفدان) على محصول الفراولة، أو على أى من الصفات الأخرى التى تم قياسها.

تسميد زراعات الفراولة الفريجو

كما أسلفنا فى الفصل السادس، فإن زراعات الفراولة الفريجو تسمد قبل الزراعة – وأثناء إعداد الحقل للزراعة – بنحو ٣٠م٣ من السماد البلدى القديم المتحلل، وحوالى ٢٠٠ كجم من السوبر فوسفات العادى (أى حوالى ٣٠ وحدة فوسفور P_2O_5) للفدان.

أما بعد الزراعة .. فإن برنامج التسميد بالعناصر الأولية (النيتروجين، والفوسفور، والبوتاسيوم) يكون على النحو التالى:

١ – النيتروجين:

تسمد حقول الفراولة الفريجو بمعدل حوالى ٢٠٠ كجم نيتروجين للفدان، باستعمال حوالى طن من سماد سلفات النشادر، ولكن يفضل تجزئ كمية النيتروجين اللازمة بين

سمادى سلفات النشادر (٥٠٠ كجم للفدان) ونترات النشادر (٣٠٠ كجم للفدان)، تضاف على دفعات تتكون كل منها من ٥٠ كجم سلفات نشادر، أو ٣٠ كجم نترات نشادر بالتبادل بداية من بعد الزراعة بحوالى ٣ أسابيع، ثم كل ١٠-١٢ يومًا بعد ذلك حتى بداية العقد؛ وبعد ذلك يكون التسميد بمعدل ٢٥ كجم سلفات نشادر أو ١٥ كجم نترات نشادر بالتبادل قبل كل رية.

ويلاحظ أن كميات النيتروجين المسمد بها تزداد قبل عقد الثمار بهدف تشجيع النمو الخضرى. ويفضل فى تلك الفترة التركيز على استعمال سماد نترات النشادر.

٢ - الفوسفور:

بالإضافة إلى التسميد الفوسفاتى السابق للزراعة (٢٠٠ كجم سوبر فوسفات أو حوالى ٣٠ كجم P_2O_5 للفدان)، فإن حقول الفراولة الفريجو تسمد بعد الزراعة بنحو ١٥ وحدة فوسفور P_2O_5 أخرى، باستعمال ١٠٠ كجم من سماد السوبر فوسفات، تضاف على ٣ دفعات، بمعدل ٥٠ كجم من السماد بعد ٣ أسابيع من الزراعة مع الدفعة الأولى من السماد الآزوتى، ثم ٢٥ كجم عند بداية الإزهار، ثم ٢٥ كجم أخرى بعد حوالى شهر من الدفعة الثانية.

٣ - البوتاسيوم:

تسمد حقول الفراولة الفريجو بمعدل حوالى ٢٥٠ كجم K_2O للفدان، باستعمال حوالى ٥٠٠ كجم من سماد سلفات البوتاسيوم، تضاف على ١٠ دفعات بكل منها ٥٠ كجم من السماد. تضاف الدفعة الأولى قبل الإزهار بحوالى ٤ أسابيع (ويعرف ذلك الموعد بظهور البراعم الزهرية فى آباط الأوراق)، والدفعة الثانية عند بداية الإزهار، ثم كل ١٠ أيام بعد ذلك حتى قرب نهاية الحصاد.

وإلى جانب التسميد بالعناصر الأولية فإن حقول الفراولة تسمد بالعناصر الصغرى عن طريق رش الأوراق بالصورة المخلبية لتلك العناصر بعد شهر من الزراعة ثم شهريًا بعد ذلك. وفى حالة ظهور أعراض نقص أحد تلك العناصر فإنه يرش به منفردًا (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٨ بتصرف).

تسميد زراعات الفراولة الفرش

نقدم – فيما يلى – أربعة برامج مختلفة لتسميد زراعات الفراولة الفرش التى تروى بالتنقيط – والتى يمكن اتباع أى منها – بالإضافة إلى التسميد السابق للزراعة الذى أسلفنا بيانه فى الفصل السادس، والذى يتضمن ٢٠م^3 سماد بلدى قديم متحلل + ١٠م^3 زرق دواجن (سماد كتكوت) + ١٥٠ كجم سلفات نشادر + ١٥٠ كجم سوبر فوسفات عادى + ١٥٠ كجم سلفات بوتاسيوم + ٥٠ كجم سلفات مغنيسيوم + ٣٠٠ كجم كبريت زراعى.

برنامج مقترح رقم ١:

اقترحت هذا البرنامج إحدى شركات إنتاج الأسمدة الأجنبية، وفيه يكون التسميد بالعناصر الكبرى (على اعتبار أن المحصول المتوقع هو ٤٥ طنًّا للهكتار، أو نحو ٢٠ طنًّا للفدان) على النحو التالى:

مرحلة النمو النباتى	عدد الأيام المتوقعة	النيتروجين	الفوسفور P_2O_5	البوتاسيوم K_2O	النسبة السمادية
		(كجم/فدان/يوم)	(كجم/فدان/يوم)	(كجم/فدان/يوم)	
الزراعة إلى بداية العقد	٢٥	٠,٣–٠,٤	٠,١٥–٠,٢٠	٠,٣–٠.٤	٢:١:٢
الإثمار المبكر	٢٠	٠,٥–٠,٦	٠,٢٥–٠,٣٠	٠,٧٥–٠,٩٠	٢:١:٣
المحصول الشتوى الرئيسى	٥٠	٠,٦–٠٨	٠,٣٠–٠,٤٠	٠,٩٠–١,٢	٢:١:٣
المحصول الربيعى	٧٥–٩٠	٠,٦–٠,٥	٠,٣٠–٠,٢٥	١,٢–١,٠	٢:١:٤

وبذا .. يكون إجمالى التسميد خلال الموسم (١٧٠–١٨٥ يومًا) حوالى ١٠٠ كجم N، و ٥٠ كجم P_2O_5، و ١٦٠ كجم K_2O للفدان. ويراعى زيادة أو إنقاص حوالى ٠.٢ كجم N يوميًّا من البرنامج المقترح (+ كميات موازية من كل من الـ P_2O_5 و الـ K_2O حسب النسبة السمادية المقترحة فى كل مرحلة من مراحل النمو) مع كل انحراف قدره ١٠ طن من الثمار عن المحصول المتوقع بالزيادة أو بالنقصان، على التوالى.

هذا .. ويمكن استعمال أى سماد قابل للذوبان كمصدر للعناصر الثلاثة، ولكن يفضل استعمال نترات النشادر كمصدر للنيتروجين، وحامض الفوسفوريك كمصدر للفوسفور نظرًا

لأنهما أقل تكلفة عن الأسمدة المركبة، علمًا بأن حامض الفوسفوريك التجارى الذى تبلغ درجة نقاوته ٧٥٪ يحتوى على ٥٤,٣٪ P_2O_5.

ويقترح مشروع النظم الزراعية بالإسماعيلية (عرفة وآخرون ٢٠٠١) أن يتم التسميد بالمعاملات الموضحة فى البرنامج المقترح رقم ١ خمس مرات فقط أسبوعيًّا، مع تخصيص يوم واحد أسبوعيًّا للتسميد بمجموعة أخرى من الأسمدة، وتخصيص اليوم السابع أسبوعيًّا للغسيل (رى بدون تسميد). ويكون التسميد الإضافى الأسبوعى بكل من نترات الكالسيوم (٣ كجم أسبوعيًّا فى مرحلتى النمو الأولى والثانية، و ٤ كجم أسبوعيًّا فى المرحلة الثالثة، و ٦ كحم أسبوعيًّا بعد ذلك)، وسلفات المغنيسيوم (٢ كجم أسبوعيًّا فى مرحلة النمو الأولى، تزداد إلى ٣ كجم أسبوعيًّا بعد ذلك)، وعناصر صغرى (١٠٠ جم حديد مخلبى + ٥٠ جم زنك مخلبى + ٥٠ جم منجنيز مخلبى للفدان أسبوعيًّا).

برنامج مقترح رقم ٢ :

يعتمد هذا البرنامج – الذى يُعمل به فى بعض المزارع فى مصر والخارج – على نترات النشادر كمصدر للنيتروجين، وحامض الفوسفوريك كمصدر للفوسفور، وكلوريد البوتاسيوم (الذى يحتوى على ٦٠-٦٢٪ K_2O) كمصدر للبوتاسيوم، مع إضافة حامض الكبريتيك التجارى بغرض خفض الـ pH. ويمكن استبدال كلوريد البوتاسيوم بأى سماد بوتاسى آخر شريطة إضافة الكمية المحددة من K_2O. وفى هذا البرنامج .. يكون الرى دائمًا بمحلول سمادى مخفف تتوفر فيه كميات الأسمدة المبينة فى جدول (٧-٥) فى كل متر مكعب من مياه الرى.

يلاحظ فى البرنامج أن الكميات المقترحة من حامض الفوسفوريك بالسنتيمتر المكعب (الملليلتر) تعادل الكمية المطلوبة من P_2O_5 بالجرام، ويرجع ذلك إلى زيادة كثافة حامض الفوسفوريك عن الواحد الصحيح، مع افتراض استعمال درجة عالية النقاوة من الحامض فى التسميد.

ومن الضرورى تسميد النباتات بالعناصر الصغرى كما سبق بيانه تحت البرنامج رقم ١.

جدول (٧-٥): برنامج لتسميد زراعات الفراولة الفرش بعد الزراعة.

الشهر	مرحلة النمو	الكمية بكل متر مكعب من مياى الرى						
		النيتروجين		الفوسفور		البوتاسيوم		
		N (جم)	نترات النشادر (جم)	P_2O_5 (جم)	حامض الفوسفوريك (سم٣)	K_2O (جم)	كلوريد البوتاسيوم (جم)	حامض كبريتيك (سم٣)
		خلال فترة الرى بالرش (١٥ يومًا)						
سبتمبر	٥ أيام بعد الشتل	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر	صفر
سبتمبر	١٠ أيام إضافيــة	٢٠	٦٠	١٠	١٠	٤٠	٦٥	٢٠
		خلال فترة الرى بالتنقيط (٨ شهور)						
أكتوبر	نمو خضرى	٤٠	١٢٠	٢٠	٢٠	٨٠	١٣٠	١٤
نوفمبر	الإزهار وبداية الحصاد	٦٠	١٨٠	٣٠	٣٠	٩٠	١٥٠	٩
ديسمبر	دورة الحصاد الأولــى	١٢٠	٣٦٠	٣٠	٣٠	١٠٠	١٦٥	٩
يناير	دورة الإزهار الثانية	١٠٠	٣٠٠	٣٠	٣٠	١٠٠	١٦٥	٩
فبراير	دورة الحصاد الثانية	١٠٠	٣٠٠	٣٠	٣٠	١٠٠	١٦٥	٩
مارس	بداية دورة الحصاد الثالثة	٨٠	٢٤٠	٣٠	٣٠	١٠٠	١٦٥	٩
أبريل	بقية دورة الحصاد الثالثة	٥٠	١٥٠	٣٠	٣٠	٨٠	١٣٠	٩
مايو	دورة الحصاد الرابعة	٣٠	٩٠	٣٠	٣٠	٥٠	٨٠	٩

برنامج مقترح رقم ٣:

تبعًا لهذا البرنامج الذى اقترحته جامعة فلوريدا للتسميد الآزوتى والبوتاسى (Hochmuth & Albregts ١٩٩٥) .. فإن الفراولة تسمد بالمعدلات التالية للفدان.

الفترة	N (كجم/فدان)	K_2O (كجم/فدان)
الـ ١٥ يوم الأولى بعد الشتل (سبتمبر)	٠,١٤	٠,١٤
أكتوبر – نوفمبر – ديسمبر – يناير	٠,٢٧	٠,٢٧
فبراير – مارس	٠,٣٤	٠,٣٤
أبريل – مايــو	٠,٢٧	٠,٢٧

وبذا .. تكون إجمالى الكمية المستعملة حوالى ٧٠ كجم للفدان من كل من النيتروجين N والبوتاس K_2O.

ومن الضرورى تسميد النباتات بالعناصر الصغرى كما سبق بيانه تحت البرنامج المقترح رقم ١.

برنامج مقترح رقم ٤ :

اقترح هذا البرنامج مركز تنمية الفراولة والمحاصيل غير التقليدية بجامعة عين شمس (وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والسمكية واستصلاح الأراضى ١٩٩٤)، ومن بعده مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٨). وتبعًا لهذا البرنامج فإن حقول الفراولة فى الزراعات الفرش تسمد مع مياه الرى بالتنقيط بمعدل ٥٠ مل (سم[٣]) من سماد مركب سائل لكل متر مكعب من مياه الرى. يكون تحليل السماد المركب ١٠-٢-٦ + عناصر صغرى خلال مرحلة النمو الخضرى، و ١٠-٤-٨ + عناصر صغرى خلال مرحلة الإزهار، و ٨-٢-١٠ + عناصر صغرى خلال مرحلة الإثمار. هذا علمًا بأن كمية مياه الرى التى تعطاها حقول الفراولة تختلف باختلاف درجة الحرارة، وقوام التربة، ومرحلة النمو النباتى، وتتراوح بين ٥، و ١٥م[٣] يوميًّا للفدان. ويتعين حقن كل السماد المخصص لكل رية خلال الثُلث الثانى من فترة الرى أيًّا كانت كمية مياه الرى المقررة ومدتها.

ويتطلب إنتاج ١٠٠ لتر من كل من المحاليل السمادية المركبة المقترحة كميات الماء والأسمدة والأحماض المبينة قرين كل سماد فى جدول (٧-٦).

جدول (٧-٦): كميات الماء، والأسمدة، والأحماض التى تلزم لتحضير ١٠٠ لتر من أسمدة مركبة تختلف فى تحليلها.

تحليل السماد	ماء (لتر)	كربونات بوتاسيوم (كجم)	حامض نيتريك (لتر)	نترات نشادر (كجم)	حامض فوسفوريك (لتر)	الحجم النهائى بإضافة الماء
١٠-٢-٦	٥٠	٩,٤	١٤,٧	٢٠,٧	٢,٩	١٠٠
١٠-٤-٨	٥٠	١٢,٥	١٩,٦	١٧,٦	٥,٨	١٠٠
٨-٢-١٠	٥٠	١٥,٦	٢٤,٥	٨,٤	٢,٩	١٠٠

ويتم تحضير تلك الأسمدة باتباع الخطوات التالية :

١ - يضاف ٥٠ لتر من الماء إلى إناء نظيف يتسع لأكثر قليلاً من ١٠٠ لتر.

٢ - يضاف إلى الماء الكمية المحددة من كربونات البوتاسيوم (٦٥٪ K_2O) - حسب

تحليل السماد – وذلك بصورة تدريجية، مع التقليب جيدًا بساق خشبية إلى حين تمام الذوبان.

٣ – تضاف إلى محلول كربونات البوتاسيوم الكمية المحددة من حامض النيتريك المركز (٦٠٪) – حسب تحليل السماد – وذلك بصورة تدريجية، مع الاحتياط من ارتفاع درجة الحرارة والفوران الناشئ عن تصاعد غاز ثاني أكسيد الكربون نتيجة لتحول كربونات البوتاسيوم إلى نترات بوتاسيوم، وثاني أكسيد كربون وماء.

٤ – تضاف إلى المحلول السابق الكمية المحددة من نترات النشادر – حسب تحليل السماد – وذلك بصورة تدريجية، مع التقليب الجيد حتى تمام الذوبان.

٥ – تضاف إلى المحلول السابق الكمية المحددة من حامض الفوسفوريك التجارى (٨٠٪) – حسب تحليل السماد – وذلك بصورة تدريجية، مع التقليب الجيد.

٦ – يكمل الإناء بعد ذلك بالماء حتى علامة ١٠٠ لتر (بعد إضافة الكميات المحددة الذائبة من أسمدة العناصر الدقيقة)؛ وبذا .. يكون قد تم تحضير ١٠٠ لتر من السماد المركب ذات التحليل المطلوب.

ويتعين الحذر التام عند تداول الأحماض المركزة المستخدمة فى تحضير تلك المحاليل.

أما محلول العناصر الصغرى فإنه يحضر بإذابة كميات محددة من أسمدة تلك العناصر جيدًا فى الماء، قبل إضافتها إلى السماد المركب السائل، علمًا بأن الكميات التى تلزم من تلك الأسمدة لكل ١٠٠ لتر من السماد المركب، هى كما يلى: ٢٥٠ جم حديد مخلبى Fe-EDDHA ٦٪، و ٨٠ جم زنك مخلبى Zn-EDTA ١٣,٥٪، و ٩٠ جم منجنيز مخلبى Mn-EDTA ١٢٪، و ١٠ جم بوراكس $NaBO_3$ ١٠,٦٪. وتكون نسب العناصر الدقيقة فى هذا المخلوط هى: ٢ حديد : ١ زنك : ١ منجنيز : ٠,١ بورون.

وأيًا كان برنامج التسميد المتبع .. فإنه قد يكون من المفيد رش النباتات بأحد الأسمدة الورقية المناسبة، مثل سماد إسبشيال، مرة كل ١٠ أيام، وذلك بتركيز جرام واحد فى كل لتر ماء. يحتوى سماد اسبشيال على ٩٪ N، و ١٢٪ P_2O_5، و ٣٦٪ K_2O، و ١٪ MgO بالإضافة إلى الحديد إدتا (بتركيز ٠,٥٪، أى ٥٠٠٠ جزء فى

المليون)، والزنك إدتا (بتركيز ٠,١٥٪، أى ١٥٠٠ جزء فى المليون)، والمنجنيز إدتا (بتركيز ٠,٢٥٪، أى ٢٥٠٠ جزء فى المليون)، والبورون (بتركيز ٠,١٪، أى ١٠٠٠ جزء فى المليون)، والنحاس (بتركيز ٠,٠٥٪، أى ٥٠٠ جزء فى المليون)، والموليبدنم (بتركيز ٠,٠٢٥٪، أى ٢٥٠ جزء فى المليون).

كذلك قد يكون من المفيد رش النباتات بأحد منشطات النمو الحيوية، مثل كروب ماكس Cropmax. يجرى الرش غالبًا بدءًا من بعد الشتل بأسبوعين، ثم كل أسبوعين بعد ذلك حتى منتصف موسم الحصاد، وذلك بمعدل ٥٠ مل (سم^3) من التحضير التجارى لكل ١٠٠ لتر ماء.

الزراعة العضوية

لا تعامل الفراولة المنتجة عضويًا بأى مركبات كيميائية بما فى ذلك الأسمدة الكيميائية والمبيدات، وتقتصر التغذية فيها على الأسمدة العضوية والحيوية.

وقد كان المحصول الصالح للتسويق من صنف الفراولة شاندلر المزروع بالطريقة العضوية أقل مما فى حالة الزراعة التقليدية على مدى ثلاث سنوات استغرقتها الدراسة، ولكن هذا النقص تناقص من ٣٩٪ فى أول عام إلى ٢٨٪ فى العام الثالث. وعلى الرغم من هذا النقص فى المحصول، فإن الزراعة العضوية كانت أكثر ربحية عن الزراعة العادية بسبب فرق الأسعار (Gliessman وآخرون ١٩٩٦).



الفصل الثامن

الفسيولوجى

التأثير الفسيولوجى لدرجة الحرارة

الاحتياجات الحرارية للنمو النباتى

يتراوح المجال الحرارى المناسب للنمو الخضرى للفراولة بين ٢٠، و ٢٧°م، بينما يتراوح المجال الحرارى المناسب للنمو الزهرى والثمرى بين ١٤، و ١٨°م. وعمومًا .. لا تتكون مبادئ براعم زهرية عند ارتفاع الحرارة نهارًا عن ٢٦°م وليلاً عن ٢٢°م.

وفى النوع *F. vesca* يبلغ النمو النباتى الكلى (الوزن الجاف) أقصى مدى له عندما تتراوح حرارة النهار بين ٢٠، و ٣٠°م وحرارة الليل بين ١٠، و ٢٠°م، وينخفض معدل النمو بشدة عندما تنخفض الحرارة عن ٢٠°م نهارًا، و ١٠°م ليلاً، وكذلك عندما ترتفع الحرارة عن ٤٠°م نهارًا، و ٣٠°م ليلاً، إلا أن المجال الحرارى المناسب للإزهار هو ٢٠°م نهارًا مع ١٠°م ليلاً.

وقد درس Wang & Camp (٢٠٠٠) تأثير تعريض نباتات الفراولة من الصنفين إيرلى جلو Earliglow، وكنت Kent لدرجات حرارة (نهار/ليل) ١٨/١٢°م، و ٢٥/١٢°، و ٢٥/٢٢°م، و ٣٠/٢٢°م على النمو النباتى وجودة الثمار، ووجدا ما يلى:

١ - كانت أنسب حرارة للنمو، هى: ٢٥/١٢°م لأعناق الأوراق وللنبات الكامل، و ١٨/١٢°م للجذور.

٢ - ازدادت دكنة لون الثمار الخارجى والداخلى وازداد تركيز الصبغات فيها بزيادة حرارة كل من النهار والليل.

٣ - كانت الأوراق أكثر لمعانًا واخضرارًا، وازداد فيها تركيز الصبغات بانخفاض حرارة النهار إلى ١٨/١٢°م.

٤ – أدى ارتفاع درجة الحرارة إلى انخفاض صفات الثمار المتمثلة فى محتواها من كل من المواد الصلبة الذائبة، والحموضة المعايرة، ونسبة المواد الصلبة الذائبة إلى الحموضة المعايرة، وحامض الأسكوربيك.

٥ – كانت النباتات النامية فى ١٨/١٢°م الأكثر محتوى من كل من الفراكتوز، والجلوكوز، والمواد الكربوهيدراتية الكلية، ونقصت تلك المركبات بارتفاع درجة الحرارة.

٦ – كان أعلى محتوى للثمار من السكروز فى حرارة ٢٥/١٢°م، وأقل محتوى فى ٣٠/٢٢°م.

٧ – ازداد محتوى الثمار من كل من: حامض الأسكوربيك/ وحامض الإلاجك فى حرارة ١٨/١٢°م، ولكن انخفض محتواها من حامض الماليك، وحدث العكس مع ارتفاع درجة الحرارة.

٨ – حدث تثبيط للنموين الخضرى والثمرى، وانخفضت جودة الثمار فى حرارة ٣٠/٢٢°م.

٩ – فى درجات الحرارة العالية (٢٥/٢٢°م، و ٣٠/٢٢°م) ازداد محتوى الأوراق، وأعناق الأوراق، والتيجان من كل من الفراكتوز، والميوإنوزيتول myo-inositol، بينما وجدت تركيزات عالية من السكروز فى الحرارة المنخفضة (١٨/١٢°م، و ٢٥/١٢°م).

١٠ – وصل تركيز النشا والمواد الكربوهيدراتية فى النباتات إلى أعلى مستوى لهما فى حرارة ٢٥/١٢°م.

١١ – أدى انخفاض الحرارة إلى ١٨/١٢°م إلى تحويل اتجاه النمو النباتى من النمو الورقى إلى النمو الجذرى.

أهمية حرارة التربة

يؤدى المجموع الجذرى السطحى للفراولة إلى تعريض النباتات لتقلبات واسعة فى حرارة التربة يمكن أن تؤثر تأثيرًا معنويًا على نمو وتطور النباتات. وبينما يكون النمو الخضرى جيدًا عندما تكون حرارة التربة ٢٥°م، فإنه يقل بارتفاع درجة الحرارة أو

انخفاضها عن ذلك. هذا إلا أن درجة حرارة التربة المثلى لنمو الجذور والثمار تقل عن ذلك كثيرًا، حيث تقدر بنحو ٧°م.

وعندما قورن تأثير حرارة جذور تراوحت بين ٦، و ٢٠°م على الفراولة النامية فى أكياس البيت موس، وجد أن الحرارة العالية بكرت الحصاد بحوالى أسبوع، إلا أن مساحة الورقة، ووزنها الطازج، وطول عنق الورقة، وحجم الثمرة، والمحصول الكلى انخفضت جميعها بارتفاع درجة حرارة الجذور (Lieten ١٩٩٧ أ).

وأدت حرارة الجذور العالية (٣٥°م) فى المزارع المائية للفراولة إلى نقص معدل الزيادة فى الوزن الطازج للنباتات مع الوقت، وضعف إنتاج المدادات، ونقص المساحة الورقية فى نباتات الأمهات ونباتات المدادات، ونقص الوزن الجاف للمجموع الجذرى، وذلك مقارنة بحرارة جذور مقدارها ٢٣ أو ٢٩°م. كما أعطت النباتات فى حرارة جذور مقدارها ٢٩°م عددًا أقل من المدادات عما فى حرارة جذور مقدارها ٢٣°م. حدث ذلك فى سلالات من كل من: *Fragaria chiloensis*، و *F. virginiana*، و *F. virids*. وقد كان *F. virids* أكثر حساسية لحرارة وسط الجذور العالية عن *F. chiloensis* (Geater وآخرون ١٩٩٧).

احتياجات البرودة

يؤدى تعرض النباتات للحرارة المنخفضة فى الحقل خلال فصل الخريف، أو أثناء تخزين الشتلات الفريجو فى المخازن المبردة .. يؤدى ذلك إلى إحداث تغيرات كبيرة فى الاتجاه الذى يسلكه النمو النباتى بعد ذلك. فيؤدى تعريض تيجان الفراولة لحرارة تتراوح بين صفر، و ٧°م لفترة طويلة إلى زيادة اتجاه النباتات بعد ذلك نحو النمو الخضرى ويكون ذلك مصاحبًا بنقص مقابل فى النمو الزهرى. ومع زيادة فترة التعرض للبرودة من ١٠٠ إلى ١٠٠٠ ساعة تزداد معنويًّا المساحة الورقية، وعدد الأوراق، وطول أعناق الأوراق، وتكوين المدادات، بينما يتأخر إنتاج النورات الزهرية. وفى إحدى الدراسات انخفض إنتاج الثمار بمقدار ٤٣٪ فى النباتات التى عرضت للبرودة مقارنة بتلك التى لم تعرض، إلا أن ثمارها كانت أسرع نضجًا. وفى المقابل فإن النباتات التى لا تتعرض للبرودة تفتقد إلى قوة النمو، ولا تستمر فى الإنتاج لفترة طويلة إلا إذا كانت

بنباتاتها مساحة ورقية كافية عند شتلها وبعد نجاحها فى الشتل. وعمومًا .. يبدو أن التعريض للبرودة يعد ضروريًا للمحافظة على التوازن المطلوب بين النموّين الخضرى والثمرى، ولكن يختلف مقدار البرودة التى تلزم لذلك باختلاف الأصناف (عن Darnell & Hancock ١٩٩٦).

ويعمل التخزين البارد للشتلات على زيادة النمو الورقى، وتكوين المدادات، والمحصول المبكر، والمحصول الكلى (Radwan وآخرون ١٩٨٠ أ). وقد وجد أن تيجان النباتات المخزنة يحدث بها نقص معنوى فى نسبة كل من: السكريات غير المختزلة، والنشا، والفينولات الكلية، والإندولات الكلية، وزيادة معنوية فى نسبة كل من: السكريات المختزلة، والنيتروجين الكلى. ولدى دراسة العلاقة بين هذه التغيرات الكيميائية التى تحدث أثناء التخزين البارد، وجد ارتباط موجب بين المحصول ومحتوى التيجان من الفينولات، وآخر سالب بين المحصول ونسبة الإندولات إلى الفينولات فى النبات (Radwan وآخرون ١٩٨٠ ب).

وعلى الرغم من أن حالة البرودة تثبط فى البداية عملية التهيئة لتكوين مبادئ الأزهار، فإنها تسمح – بعد ذلك – بتكوين عدد كبير من النورات الزهرية والأزهار. فعندما تكون فترة التعرض للبرودة طويلة جدًّا (كما فى الزراعات الفريجو)، فإن فترة النمو الخضرى الممتدة (من بعد الزراعة حتى الإزهار) تسمح للنباتات بالحصول على عديد من دورات النهار القصير؛ مما يؤدى إلى إنتاج عددًا أكبر من النورات الزهرية، وهى التى تتكون نتيجة لكسر السيادة القمية بفعل تأثير البرودة، وما يترتب على ذلك من نمو لجميع البراعم الإبطية والعرضية المتواجدة حينئذٍ.

تأثير درجة الحرارة على خصوبة الأزهار، وعقد الثمار

لاتتفتح متوك أزهار الفراولة ولاتنطلق منها حبوب اللقاح عندما تكون الحرارة منخفضة والهواء رطبًا. وفى بعض الأصناف يقل كثيرًا جدًّا انطلاق حبوب اللقاح من متوك الأزهار – التى تبدو طبيعية – فى حرارة تقل عن ١٤°م.

وتؤثر الحرارة المنخفضة سلبيًّا – كذلك – على حيوية حبوب اللقاح، وخاصة حينما ترافقها فترة ضوئية قصيرة (عن Avigdori-Avidov ١٩٨٦).

ويتدهور إنبات حبوب لقاح الفراولة فى حرارة تقل عن ١٥°م أو تزيد عن ٢٥°م، ويتراوح أنسب مجال لإنباتها بين ١٨، و ٢٠°م (عن Zebrowska ١٩٩٧).

وتؤدى الحرارة العالية والرياح الجافة إلى جفاف مياسم الأزهار وإعاقة عملية الإخصاب.

حرارة التجمد

فسيولوجيا التجمد

تزرع الفراولة كمحصول معمر فى المناطق الشمالية التى تكون فيها درجة الحرارة شديدة الانخفاض شتاءً. وفى تلك المناطق تتأقلم نباتات الفراولة - تدريجيًّا - أثناء فصل الخريف على النقص التدريجى فى كل من الفترة الضوئية ودرجة الحرارة. وبعد التأقلم .. تصبح نباتات الفراولة أكثر قدرة على تحمل تكوين البللورات الثلجية فى أنسجة التاج. ونجد عند انخفاض درجة الحرارة إلى ما دون نقطة تجمد العصير الخلوى أن الماء ينتقل من داخل الخلايا ليتجمد مع البللورات الثلجية الموجودة خارجها. ويؤدى استمرار انتقال الماء من داخل الخلايا إلى خارجها بهذه الطريقة إلى إحداث شد جفافى مميت فى التيجان. ويعد تلون الأكسدة البنى فى النسيج الوعائى من أبرز أعراض تلك الأضرار المميتة للحرارة الشديدة الانخفاض.

وبينما يشكل الجليد snow الذى يغطى النباتات عازلاً جيدًا يحمى النباتات من التعرض لموجات البرد القارص، فإن الغطاء الثلجى ice cover يعتبر موصلاً جيدًا للحرارة، ولا يوفر أى حماية لتيجان النباتات من الانخفاض الشديد فى درجة الحرارة.

ومن أهم أعراض الأضرار التى تنشأ عن تجمد أنسجة تيجان النباتات: تأخر ظهور الأوراق فى الربيع، ونقص عدد الأوراق والأزهار، وتشوه الأوراق المتكونة، وتقزم النمو الجذرى، وقصر أعناق الأوراق، والتكوين المبكر للمدادات. وعند عمل قطاعات فى النباتات التى تكون قد حدثت بها أضرار تجمد بسيطة تشاهد فيها ظاهرة تلون الأكسدة البنى مع انفصال الأنسجة بالقرب من عنق الورقة والنسيج الوعائى، بسبب تكون الكتل الثلجية خارج الخلايا. وبعد التعرض للحرارة المناسبة للنمو فى فصل الربيع تختفى المناطق الفارغة التى كانت متواجدة بين الخلايا - والتى كانت تشغلها

البللورات الثلجية - نتيجة لانقسام الخلايا وزيادتها فى الحجم (عن Warmurd ١٩٩٦).

ويؤدى تعرض تيجان الفراولة لدورات من التجمد والتفكك إلى إضعافها، وربما إلى موتها، وتلك التى لا تموت تكون أكثر عرضة للإصابات المرضية.

هذا .. ولاتوجد أى علاقة بين قدرة تيجان وجذور النباتات على تحمل البرودة الشديدة شتاء، وبين قدرة الأزهار والبراعم الزهرية للنباتات ذاتها على تحمل البرودة فى الربيع.

وقد ازداد تركيز الجليسين بيتين glycine betaine فى أوراق الفراولة إلى حوالى الضعف بعد ٤ أسابيع من أقلمتها على البرودة، وازدادت خلال هذه الفترة قدرة الأوراق على تحمل البرودة من -٥,٨°م إلى -١٧°م. وأدت المعاملة بحامض الأبسيسك بتركيز ١٠٠ ميكرومول إلى زيادة تراكم الجليسين بيتين فى النباتات مقارنة بعدم المعاملة، كما أدت هذه المعاملة إلى زيادة قدرة النباتات على تحمل البرودة سواء أكانت قد أقلمت على البرودة مسبقًا أم لم تؤقلم. كذلك كانت المعاملة بالجليسين بيتين فعّالة فى زيادة قدرة النباتات على تحمل البرودة سواء أكانت قد أقلمت أم لم تؤقلم. وأدت معاملة النباتات غير المؤقلمة بالجليسين بيتين بتركيز ٢ مللى مولار إلى زيادة قدرتها على تحمل البرودة بمقدار حوالى الضعف فى خلال ٧٢ ساعة من المعاملة، كما أدت إلى زيادة نسبة نجاة النباتات من التجمد، وزيادة قدرتها على استعادة النمو (Rajashekar وآخرون ١٩٩٩).

الاختلافات الصنفية فى تحمل تجمد التيجان

تختلف أصناف الفراولة فى مدى تحملها لانخفاض درجة الحرارة؛ فبعضها - مثل دنلاب Dunlap، وفورت لارامين Fort Laramine - يتحمل انخفاض الحرارة حتى ٤٠°م تحت الصفر، بينما تموت تيجان الصنف إيرلى جلو Earliglow فى حرارة تزيد عن -٤°م. ومن العوامل الأخرى المؤثرة فى تحمل النباتات لحرارة التجمد: سرعة انخفاض درجة الحرارة، ومدة بقاء الحرارة منخفضة، والتقلبات فى درجة الحرارة

ارتفاعًا وانخفاضًا، ونسبة الرطوبة فى النسيج النباتى، والحالة الغذائية للنباتات (عن Warmurd ١٩٩٦).

وعندما عرضت نباتات فراولة من الأصناف بونتى Bounty، وكورونا Korona، وسنجا سنجانا Senga Sengana للتجمد لمدة ساعتين على حرارة -٨°م، و -١٢°م، و -١٦°م، و -٢٠°م (مع معدل تجمد وتفكك بمقدار درجتين مئويتين كل ساعة)، أضيرت جميع النباتات بشدة عند حرارة -٨°م ونقص محصولها بنسبة ٦٠٪، و ٦٦٪، و ٤١٪ للأصناف الثلاثة - على التوالى - وذلك مقارنة بنباتات الكنترول التى عرضت لدرجة الصفر المئوى. وقد صاحب النقص فى المحصول نقصًا فى النمو النباتى وزيادة فى التلون البنى للأنسجة. أما عند حرارة -٢٠°م فقد ماتت جميع النباتات (Nestby & Bjorgum ١٩٩٩).

أضرار التجمد فى الأزهار

تتعرض أزهار الفراولة للإصابة بأضرار التجمد إذا ما انخفضت درجة الحرارة إلى مادون التجمد أثناء الإزهار؛ الأمر الذى يحدث خلال فصل الربيع فى الزراعات المعمرة بالمناطق الشمالية، وخلال فصل الشتاء فى الزراعات الفريجو والفرش فى المناطق المعتدلة.

وبعد بزوغ بتلات الزهرة الأولية من البرعم، تزداد حساسية الأزهار للحرارة المنخفضة مع ازدياد تطور الأعضاء الزهرية بها. وتعد الأزهار الأولية أكثر الأزهار حساسية للحرارة المنخفضة، يليها أزهار المستوى الثانى بالعنقود، بينما تكون أزهار المستوى الثالث أقلها حساسية. ويقل كثيرًا عدد الثمار ومتوسط وزنها إذا ما أضيرت الأزهار والأولية، نظرًا لأن وزن ثمار المستويين الثانى والثالث لايعوض الفقد فى ثمار المستوى الأول.

وعندما يحدث ضرر لبعض أمتعة الزهرة بعد الإخصاب فإن الأجنة تفشل فى إكمال نموها الطبيعى؛ مما يؤدى إلى تكوين ثمار مشوهة. وبصورة عامة .. فإن أقلام ومياسم الأزهار تكون أكثر حساسية للحرارة المنخفضة عن المتوك، على الرغم من أن متوك أزهار بعض الأصناف يظهر عليها تلون الأكسدة البنى قبل أقلامها.

وتتأثر أزهار الفراولة كثيرًا بانخفاض درجة الحرارة عن -١°م؛ فقد يؤدى الصقيع إلى موت كل أمتعة الزهرة؛ مما يؤدى إلى فشلها فى العقد، أو يؤدى إلى موت بعض أمتعة الزهرة فقط؛ مما يؤدى إلى تكوين ثمار مشوهة. وإذا أضيرت ثمرة غير مكتملة التكوين بالصقيع فإنها قد تتفلق من القمة. وبينما تتأثر الأزهار المتفتحة بالصقيع، فإن البراعم الزهرية غالبًا ما تفلت من الإصابة بالأضرار.

ويؤدى ارتفاع الحرارة لفترة – ولو لأيام معدودة – قبل انخفاضها إلى درجة التجمد إلى زيادة حساسية الأزهار للحرارة المنخفضة بحيث يمكن أن تضار عند درجة الصفر المئوى، وعلى العكس من ذلك فإن انخفاض الحرارة إلى قرب درجة التجمد – ولو لأيام معدودة – يجعل أزهار الفراولة أكثر قدرة على تحمل الانخفاض فى درجة الحرارة عن -١°م.

وكما أسلفنا .. فإن أضرار التجمد التى تتعرض لها الأزهار قد تؤدى إلى فشل العقد كلية، أو إلى تكوين أزهار مشوهة بسبب عدم إخصاب بعض البويضات. وعادة يكون الجزء المتضرر من الثمرة فى قمتها، ويبدو أسود اللون وتتزاحم فيه أمتعة الزهرة (الخالية من البذور) بسبب عدم نمو نسيج التخت المجاور لها؛ ولذا .. يعرف هذا الجزء بأنه "بذرى" seedy.

علاقة البكتريا المكونة لنويات البللورات الثلجية بتجمد الأزهار

لايعرف على وجه التحديد ميكانيكية حدوث أضرار التجمد بعد بروز بتلات الزهرة. وقد أجريت عديد من الدراسات لمحاولة الربط بين هذه الأضرار وبين تواجد بعض الأنواع البكتيرية، مثل: *Pseudomonas fluorescens*، و *Psedomonas syringae*، و *Erwinia herbicola*. تعرف هذه البكتيريا (وكذلك بعض الأنواع الأخرى) بأنها بكتيريا نشطة فى تكوين نويات البللورات الثلجية ice nucleation-active bacteria، وهى تستعمر أسطح عديد من الأنواع النباتية، ويمكنها أن تسهم فى حدوث أضرار التجمد بالعمل كنويات لتكوين البللورات الثلجية؛ فهى تحد من ظاهرة التبريد الفائق supercooling للماء؛ وبالتالى تسرع من التجمد وتكوين البللورات الثلجية فى حرارة أعلى من تلك التى تتجمد عندها النباتات عادة.

وقد عزلت هذه البكتيريا من أوراق وأزهار عديد من أصناف الفراولة، وثبت تجريبيًا أن عدوى النباتات بها يؤدى إلى رفع درجة الحرارة التى يبدأ عندها تجمد الأنسجة النباتية مقارنة بعدم العدوى، ولكن تركيزات البكتيريا التى استعملت فى تلك الدراسات كانت أعلى بكثير عما يتواجد منها على الأسطح النباتية فى الظروف الطبيعية (عن Warmurd ١٩٩٦).

الاختلافات الصنفية فى تحمل تجمد الأزهار

أوضحت دراسات Hummel & Moore (١٩٩٧) أن أزهار جميع أصناف الفراولة التى قاموا بدراستها كانت حساسة لحرارة التجمد، وكان متوسط الضرر الذى حدث بها ٩٧٪ فى حرارة -٣°م فى وجود النويات الثلجية، بينما لم يتعد الضرر ١٥٪ على حرارة -٤°م فى غياب النويات.

هذا .. إلا أن أصناف الفراولة تتباين كثيرًا فى مدى حساسية أزهارها للتجمد، فقد تبين لدى مقارنة ٢١ صنفًا اختلافها فى شدة البرودة التى يحدث معها ١٠٪ ضرر بالأزهار بمقدار ٣ درجات مئوية، حيث تراوحت بين -٢,٥°م، و -٥,٥°م. وعندما تم عدوى الأزهار المقطوفة ببكتيريا تكوين نويات البللورات الثلجية لمنع التبريد الفائق، تراوحت درجة الحرارة التى حدث معها ضرر مقداره ٥٠٪ فى خمسة أصناف من الفراولة بين -١,٧°م، و -٢,٣°م فى يونيو، وبين -١,٦°م، و -٣,٤°م عندما أجريت الدراسة فى أكتوبر (عن Hummel & Moore ١٩٩٧).

وسائل الحماية من التجمد

تتنوع وسائل حماية نباتات الفراولة من التجمد، وبينما تطبق بعض هذه الوسائل عمليًا، فإن بعضها الآخر لايزال على النطاق البحثى، ومن أهمها ما يلى:

١ – أغطية النباتات:

سبق أن أوضحنا فى الفصل السابع كيف يستعمل قش الأرز ومختلف أنواع الأغطية (البوليثيلين، والبولى فوم، والأغطية الطافية من البوليسترين والبولى بروبلين) فى تقليل أو منع موت تيجان النباتات من جراء حرارة التجمد شتاءً.

٢ – الرش بالماء:

كما أسلفنا فى الفصل السابع .. فإن الرى بالرش يستخدم فى حماية أزهار الفراولة من الإصابة بأضرار التجمد؛ ذلك لأن تجمد ماء الرش على الأزهار يؤدى إلى انطلاق حرارة تكفى لحماية الأزهار من انخفاض الحرارة إلى -٧°م. هذا .. إلا أن هذه الطريقة فى الحماية من التجمد لا تفيد عند هبوب الرياح، ولا تناسب الأراضى الرديئة الصرف.

٣ – المعاملة ببعض التحضيرات التجارية المثبطة للتجمد:

ذكر أن المركب التجارى فروست جارد Frostgard يثبط عملية بداية تكوين نويات البللورات الثلجية البكتيرية بعد امتصاص النباتات له.

ووجد أن أزهار الفراولة المقطوفة والتى تحمل بكتيريا تكوين نويات البللورات الثلجية تتجمد على حرارة تزيد بمقدار ثلاث درجات مئوية عن الأزهار غير الملقحة بالبكتيريا.

هذا .. إلا أن الفروست جارد لم يحفز بكفاءة عملية التبريد الفائق فى نباتات الفراولة المزهرة لا فى وجود بكتيريا نويات البللورات الثلجية ولا فى غيابها، وذلك عندما عوملت به النباتات رشًّا على النموات الخضرية، على الرغم من أن الفروست جارد حفز التبريد الفائق ومنع تكاثر البللورات الثلجية فى المحاليل المائية. وعندما عرضت أوراق الفراولة المفصولة والمشبعة بالفروست جارد لدرجات حرارة تقل عن الصفر، وجدت علاقة خطية سالبة بين حرارة التجمد وتركيز الفروست جارد بين صفر ٪، و ٢٠٪ بالحجم. وأظهرت الأوراق المشبعة بالفروست جارد بمقدار ٢٠٪ بالحجم تبريدًا فائقًا يزيد بمقدار ١,٧°م (تحت الصفر) عن الأوراق التى شبعت بالماء المقطر.

وقد تجمدت أوراق الفراولة كل على انفراد، وبدا أحيانًا وجود حاجز ضد تكاثر البلورات الثلجية فى تاج النبات (Anderson & Whitworth ١٩٩٣).

التأثير الفسيولوجى لشدة الإضاءة

تؤثر شدة الإضاءة كثيرًا على نمو وتطور نبات الفراولة، فتؤدى الإضاءة القوية إلى

زيادة المساحة الورقية، وطول عنق الورقة، والوزن الجاف لكل من الأوراق، والتيجان، والجذور، كما تؤدى إلى زيادة إنتاج المدادات. وعدد النورات الزهرية/نبات.

وقد وجد أن انخفاض شدة الإضاءة إلى ٤٤٠٠ mW/م٢ أو أقل من ذلك - خلال الفترة التى تسبق تفتح الأزهار بقليل - يؤدى إلى عدم اكتمال تكوين المتوك (عن Avigdori-Avidov ١٩٨٦).

ويؤدى تظليل النباتات تحت ظروف الحقل بنسبة ٦٠٪ طوال موسم النمو إلى خفض الوزن الجاف الكلى للنباتات. وخفض المحصول الكلى بنسبة ٢٠-٤٥٪. وإذا حدث التظليل خلال فترة إنتاج المدادات فقط فإنه يقل إنتاجها، بينما يزيد محتوى نباتات المدادات من المواد الكربوهيدراتية؛ الأمر الذى يؤدى إلى زيادة قدرتها على النمو وإثمارها فى الموسم التالى (عن Darnell & Hancock ١٩٩٦).

كذلك كان للتظليل بمقدار ٤١٪ إلى ٧٩٪ تأثيرًا سلبيًّا جوهريًّا على كل من صلاحية الثمار للتخزين وجودتها أثناء التخزين، بينما لم يؤثر جوهريًّا على الوزن الطازج للثمرة، ومعدل فقدها للرطوبة، ودرجة لمعانها، وصلابتها، ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية والحموضة المعايرة (Osman & Dodd ١٩٩٢).

وقد أبدت نباتات الفراولة (صنف هابل Hapil) قدرًا كبيرًا من التحمل للتظليل؛ فبينما لم يُحدث تظليل قدره ٢٥٪ تأثيرًا يذكر على مورفولوجى النبات، فإن زيادة التظليل إلى ٥٠٪ أو ٧٠٪ أدت إلى زيادة دليل المساحة الورقية leaf area index بسبب زيادة مساحة الورقة الواحدة specific leal area (Wright & Sandrang ١٩٩٥).

التأثير الفسيولوجى للفترة الضوئية

تؤثر الفترة الضوئية تأثيرًا كبيرًا على نمو وتطور نبات الفراولة. وعمومًا .. فإن الفترة الضوئية الأقصر من ١٤ ساعة تحفز تكوين مبادئ البراعم الزهرية فى أصناف الفراولة القصيرة النهار، بينما لا يكون للفترة الضوئية أى تأثير على إزهار أصناف الفراولة المحايدة للفترة الضوئية. وهذا التأثر بالفترة الضوئية فى الأصناف القصيرة النهار كمىّ ويختلف مداه باختلاف الأصناف. وما أن يحدث التهيؤ للإزهار، فإن تكوين الأزهار يكون سريعًا فى النهار الطويل.

وقد اكتشف Izhar (١٩٩٧) سلالة من الفراولة – أطلق عليها "تحت قصيرة النهار" infra short day – يتهيأ فيها الإزهار استجابة لفترة إضاءة طويلة نسبيًّا تتراوح بين ١٣,٥، و ١٤ ساعة مع بداية تناقص طول النهار فى نهاية فصل الصيف، بينما تتعرض أثناءها لحرارة ليل تتراوح بين ١٠، و ٢٦°م؛ بما يعنى أنها ليست لها احتياجات برودة لتكوين الأزهار. وتحت هذه الظروف من الحرارة والفترة الضوئية لم تتكون مبادئ الأزهار فى الأصناف التى تصنف على أنها قصيرة النهار، وكذلك فى تلك التى تصنف على أنها محايدة للفترة الضوئية وبذا .. فإن هذا الطراز الجديد يمكنه الإثمار مبكرًا فى الخريف عن أى من الأصناف القصيرة النهار التقليدية.

كذلك يتأثر النمو الخضرى بالفترة الضوئية؛ فتزداد المساحة الورقية، وطول أعناق الأوراق، وإنتاج المدادات بزيادة الفترة الضوئية، وبينما لا يعرف على وجه التحديد ما إذا كان تأثير الفترة الضوئية الطويلة على النمو الورقى مرده إلى الفترة الضوئية ذاتها، أم إلى زيادة البناء الضوئى خلال الفترة الضوئية الطويلة .. فإن إنتاج المدادات يكون استجابة للفترة الضوئية الطويلة وليس لأى تأثير للبناء الضوئى (Darnell & Hancock ١٩٩٦).

التأثير الفسيولوجى للتفاعل بين درجة الحرارة والفترة الضوئية

تعد درجة الحرارة من أهم العوامل التى تؤثر فى استجابة النباتات للفترة الضوئية عند إزهارها. ففى كثير من الأصناف القصيرة النهار يمكن أن تلغى الحرارة المنخفضة الحاجة للفترة الضوئية القصيرة. وعمومًا .. نجد أنه مع انخفاض درجة الحرارة يزداد طول الفترة الضوئية الحرجة التى تلزم للتهيئة للإزهار. وفى حرارة تتراوح بين ١٢، و ١٥°م يمكن أن يحدث التهيؤ فى إضاءة مستمرة (لمدة ٢٤ ساعة يوميًّا) فى بعض الأصناف (عن Darnell & Hancock ١٩٩٦).

وكما أسلفنا .. فإن أصناف الفراولة التى تزهر فى النهار القصير تصنف على أنها اختيارية النهار القصير facultative short-day؛ ذلك لأن تكوين كلا من مبادئ الأزهار والمدادات يعتمد على كل من الفترة الضوئية ودرجة الحرارة. فالحرارة تحفز الإزهار على حساب تكوين المدادات.

وفى الأصناف القصيرة النهار تتهيأ النباتات للإزهار فى إضاءة مدتها ١٢ ساعة على حرارة ١٨°م، بينما تتجه نحو تكوين المدادات فى إضاءة مدتها ١٦ ساعة على حرارة ٢٤°م (عن Kahangi وآخرين ١٩٩٢).

وفى حرارة ١٥°م يلزم نهار قصير لا يزيد عن ١٠ ساعات للتهيئة للإزهار، ولكن فى الحرارة الأقل تتكون مبادئ الأزهار فى فترات ضوئية أطول. وقد تراوحت الفترة الضوئية الحرجة فى مختلف الدراسات بين ١١، و ١٦ ساعة، بينما تراوحت درجة الحرارة الحرجة بين ٩، و ٢١°م (عن Miere وآخرين ١٩٩٦، و Sonsteby & Nes ١٩٩٨).

وفى دراسة أجريت على أربعة أصناف من الفراولة .. كانت الظروف المثلى لإزهار الصنفين كورونا Korona، وإلسانتا Elsanta هى حرارة ١٥°م مع ٢٤ دورة من الفترة الضوئية القصيرة (٨ ساعات ضوء، و ١٦ ساعة ظلام). وبالمقارنة استجاب الصنف بونتى Bounty بدرجة أكبر لدرجة الحرارة، حيث أزهر فى حرارة ٩، و ١٥°م أيًّا كان عدد دورات الفترة الضوئية القصيرة، بينما لم يتأثر إزهار الصنف سنجا سنجانا Senga Sengana بأى من درجات الحرارة أو عدد دورات الفترة الضوئية القصيرة (Sonsteby ١٩٩٨).

ووجد أن معاملة شتلات "السدادات" (plug transplants) من صنف الفراولة سويت تشارلى بالحرارة المعتدلة (٢١°م نهارًا مع ٢١°م ليلاً) والنهار القصير (٩ ساعات) لمدة أسبوع، ثم بالحرارة المنخفضة (٢١°م نهارًا مع ١٢°م ليلاً) والنهار القصير (٩ ساعات) لمدة أسبوع آخر .. أدت هذه المعاملة إلى زيادة الإثمار فى شهرى يناير وفبراير عما فى حالة عدم إعطاء المعاملة، إلا أن الفرق بين المعاملتين لم يكن معنويًّا فى شهرى مارس وأبريل (Durner ١٩٩٩).

وفى دراسة أجريت على صنف الفراولة الدائم الحمل سمر برى Summerberry اختلفت استجابة النباتات للفترة الضوئية حسب درجة الحرارة. ففى حرارة ٣٠°م نهارًا مع ٣٠°م ليلاً ثبط النهار القصير تكوين الأزهار، بينما أدى النهار الطويل إلى زيادة عدد الأزهار المتكونة حتى ١٠ أسابيع بعد بداية المعاملة. وفى نظام حرارى ٢٠°م نهارًا مع

١٥°م ليلاً، أو ٢٥°م نهارًا مع ٢٠°م ليلاً ازدادت أعداد الأزهار المتكونة في النهار الطويل (٢٤ ساعة إضاءة) عما في النهار القصير (٨ ساعات إضاءة). وفي نظام حراري ٢٠°م نهارًا مع ١٥°م لم تؤثر الفترة الضوئية على تكوين الأزهار (Nishiyama وآخرون ١٩٩٨). وفي حرارة ٣٠°م نهارًا مع ٢٥°م ليلاً توقف الإزهار في نهار طوله ٨ ساعات. ويستدل من هذه النتائج على أن صنف الفراولة سمر بري يعد طويل النهار كميًّا quantitative long-day في نظام حراري ٢٠°م نهارًا مع ١٥°م ليلاً، و ٢٥°م نهارًا مع ٢٠°م ليلاً، ولكنه طويل النهار نوعيًّا qualitative long-day في نظام حراري ٣٠°م نهارًا مع ٢٥°م ليلاً (Nishiyama وآخرون ١٩٩٩).

النمو والتطور

السكون

تصل نباتات الفراولة في المناطق الشديدة البرودة شتاء إلى حالة سكون في بداية فصل الشتاء، بعدما يقل معدل تكوين مبادئ الأزهار والأوراق إلى مستوى منخفض. وتلك حالة من السكون المفروض على النباتات imposed بفعل العوامل البيئية ecodormency. وهذه النباتات يمكنها استعادة نموها إذا ما نقلت إلى بيئة مناسبة لذلك. هذا .. إلا أن نمو هذه النباتات لا يكون قويًّا إلا إذا كانت قد حصلت على احتياجاتها من البرودة؛ مما يعني وجد سكون حقيقي إضافي داخلي endodormancy.

يزداد تراكم النشا في جذور الفراولة خلال فصل الخريف (في المناطق الشديدة البرودة شتاء)، ويتناسب معدل هذا التراكم سلبيًّا مع درجة الحرارة، أي أن تركيز النشا في الجذور يتحدد بدرجة الحرارة، ومن ثم لا يمكن الاعتداد بهذا العامل كدليل على بداية السكون الداخلي (Miere وآخرون ١٩٩٦).

هذا .. ويستخدم مخزون الجذور من المواد الكربوهيدراتية في أصناف الفراولة القصيرة النهار - أساسًا - في تكوين النموات الجديدة من النورات الزهرية والأوراق، ولا يسهم هذا المخزون في نمو الثمار أو نضجها لأنه يكون قد انخفض إلى مستوى متدن بحلول تلك المرحلة من النمو (Nishizawa & Shishido ١٩٩٨، و Nishizawa وآخرون ١٩٩٨).

النمو الجذرى

وظائف الجذور

نجد فى الأراضى المعقمة ببروميد الميثايل أن نباتات الفراولة تكون مجموعًا جذريًا ليفيًا كثيفًا وكثير التفرع يمكنه التعمق فى التربة إلى ٦٠-٢٤٠سم وأكثر من ذلك، وهو يتكون من الجذور الرئيسية المعمرة وفروعها الرئيسية، مع حزم من الجذور المغذية الدقيقة. تنمو الجذور الرئيسية فى الطول من الميرستيم القمى؛ ومع زيادتها فى القطر، فإن تلك الزيادة تحدث بانقسام كلاً من الميرستيم الوعائى والميرستيم الفلينى. ينتج الميرستيم الوعائى الأنسجة الناقلة (الخشب واللحاء بصفة أساسية)، بينما ينتج الميرستيم الفلينى نسيجًا فلينيًا يتكون من خلايا قاتمة رقيقة الجدر تعرف أحيانًا بالبولى ديرم polyderm.

ومن أهم وظائف الجذور الرئيسية (تعرف كذلك بالجذور الهيكلية structural roots) إلى جانب وظيفتى الدعم والتوصيل، أنها تقوم بتخزين الغذاء المجهز على صورة نشا فى نسيج متخصص بها هو الأشعة البارانشيمية. ويعتمد النمو القوى والإزهار الجيد للفراولة - إلى حد كبير - على هذا المخزون الغذائى.

ومع تفرع التيجان ونموها طوليًا فإنها تستمر فى تكوين جذور جديدة هيكلية فى مواضع أعلى على التاج، وهى جذور قد لا تتصل جيدًا بالتربة فى الأراضى غير المخدومة جيدًا.

وتتميز الجذور المغذية الدقيقة fine feeder roots فى الفراولة بخلوها من كل من الكامبيوم الوعائى والكامبيوم الفلينى، أى أنها تتكون من أنسجة ابتدائية فقط، ولا تزداد فى السمك بعد تكونها. وبناء على ذلك فإن فترة حياة هذه الجذور تتراوح من أيام قليلة إلى أسابيع قليلة، وأثناء بلوغها الشيخوخة وموتها، فإن جذورًا جديدة تحل محلها باستمرار، وغالبًا ما يكون ذلك عند نفس الموقع؛ وهو ما يعنى استمرار قدرة النبات على البحث عند غذائه فى نفس حيز التربة. وعندما تخلو التربة من مسببات الأمراض التى تصيب الجذور فإن تلك الجذور المغذية الدقيقة تتكون بأعداد كبيرة، وتتفرع غالبًا، وتبدو على شكل حزم. ويجب عدم الخلط بين تلك الجذور والشعيرات الجذرية التى يندر أن تكونها الفراولة.

وفى بعض الأحيان – وخاصة بعد بداية الربيع – تدخل الجذور المغذية الدقيقة فى حالة سكون، ثم يبدأ فيها نسيج القشرة فى التحول إلى اللون الأسود، وتبدو حينئذ كسلك رفيع أسود اللون. وعلى الرغم من أن هذه الجذور قد تستعيد نموها الطولى وتكون فروعًا جذرية جديدة، إلا أنها تموت فى نهاية المطاف (عن Wilhelm & Nelson ١٩٨١).

الخصائص الفسيولوجية للنمو الجذرى

يتميز النمو الجذرى بالخصائص الفسيولوجية التالية:

١ – تنمو جذور الفراولة الرئيسية (الهيكلية) والمغذية الدقيقة – وهى الضرورية للنمو والإثمار – تنمو أساسًا أثناء سكون النمو الخضرى وبين دورات الإثمار. وإذا استمر النبات فى الإثمار لفترة طويلة – كما فى الأصناف الدائمة الحمل – فإن مخزون الجذور الهيكلية من الغذاء المجهز قد يصبح مُحَدِّدًا لتكوين الجذور المغذية.

٢ – تعتمد الجذور على هواء التربة لإمدادها بالأكسجين، ولا تتأقلم الجذور الصغيرة المغذية إلا قليلاً على التغيرات الحادة فى محتوى التربة المائى، ومن ثم مدى توفر الأكسجين فيها. ويؤدى استمرار زيادة رطوبة التربة إلى موت الجذور المغذية الدقيقة التى تكونت سابقًا فى ظروف جيدة التهوية. أما إذا ما استمرت الزيادة فى الرطوبة الأرضية لفترة طويلة فإن الجذور الدقيقة المغذية الجديدة التى تتكون فى ظل هذه الظروف تكون متأقلمة على نقص الأكسجين.

٣ – تموت الجذور الدقيقة المغذية فى الأراضى الثقيلة بمعدلات أعلى عما فى الأراضى الخفيفة، وذلك بسبب حالة نقص الأكسجين التى تسود فى التربة الثقيلة، وبسبب زيادة نشاط الكائنات الدقيقة – التى تستهلك الأكسجين – فى تلك الأراضى.

٤ – إذا استمر غدق التربة لفترة تكفى لأن تموت الجذور المغذية الدقيقة، ولكن مع استمرار ظروف جوية معتدلة لا تؤدى إلى زيادة النتح بشدة، فإن النباتات قد تكوّن جذورًا مغذية جديدة، وتعيش، ولا يظهر عليها من أثر سوى تقزم بسيط فى النمو. أما إذا ما تعرضت النباتات بعد موت جذورها المغذية الدقيقة مباشرة لظروف تؤدى إلى زيادة معدل النتح بشدة فإنها قد تموت سريعًا بعد ذلك.

٥ – عند تواجد فطريات الجذور فى التربة فإن نشاطها المرضى يزداد عند زيادة الرطوبة الأرضية (عن Wilhelm & Nelson ١٩٨١).

علاقة النمو الخضرى بالنمو الزهرى

علاقة النمو الزهرى بتكوين المدادات

تستمر أصناف الفراولة المحايدة للفترة الضوئية فى الإزهار والإثمار خلال موسم النمو، ومن ثم فإنها لا تنتج مدادات إلا قليلاً. ويؤدى ذلك المسلك إلى ضعف إنتاجها من نباتات المدادات فى المشاتل مقارنة بالأصناف القصيرة النهار. ويزداد إنتاج نباتات الفراولة للمدادات إذا ما استعملت نباتات زراعة أنسجة مبردة، إلا أن ذلك التأثير المحفز لزراعات الأنسجة يتراجع بعد نحو سنتين.

وتزداد سرعة الاتجاه نحو الإزهار عند الحد من التسميد الآزوتى فى المشاتل (عن Kanahama ١٩٩٤).

علاقة النمو الزهرى بنمو التيجان الجانبية

تتهيأ الزهرة الأولى للتكوين فى الميرستيم القمى للنبات، ثم يتبعها تكون النورة كـ dichasial cyme. أما نورات المستوى الثانى secondary والثالث tertiary فإنها تتكون – إن تهيأت لذلك – فى النموات القمية للتيجان الجانبية التى تتكون أصلاً من الميرستيم الجانبى العلوى.

وقد خلص Tehranifar وآخرون (١٩٩٨) من دراستهم على صنف الفراولة قصير النهار إلسانتا على احتمال وجود تفاعل هام بين عقد الثمار وقوة النمو الخضرى، وأن حصول النباتات على احتياجاتها من البرودة وهى مازالت فى الحقل أكثر كفاءة فى تحفيز النمو الخضرى – ومن ثم النمو الزهرى والثمرى – عن التخزين البارد للشتلات.

تأثير معاملات منظمات النمو على الإزهار

تؤدى معاملة نباتات الفراولة بحامض الجبرلليك إلى نقص الإزهار والمحصول،

ويكون التأثير السلبى متناسبًا مع تركيز الجبريللين إلى أن يتوقف الإزهار كليًّا عند المعاملة بتركيز ١٠٠ جزء فى المليون. ولكن عندما تكون الأزهار قد تهيأت للتكوين من قبل، فإن المعاملة بالجبريللين تؤثر إيجابيًّا على نمو وتكوين النورة الزهرية بطريقة مماثلة لتأثير النهار الطويل ومعاملة البرودة.

وكذلك تؤدى المعاملة بحامض الجبريلليك إلى تثبيط الإزهار فى الأصناف المحايدة للفترة الضوئية من *F. vesca*، وهى التى لا يتأثر إزهارها بالعوامل البيئية.

ولا يعرف على وجه التحديد كيفية فعل الجبريللين فى تثبيط الإزهار (عن Avigdori-Avidov ١٩٨٦).

تأثير معاملات منظمات النمو على النمو الخضرى

تفيد المعاملة ببعض منظمات النمو – وخاصة حامض الجبريلليك – فى تحفيز نمو المدادات وإنتاج النباتات الجديدة منها، ويتم ذلك إما بتحفيزها لنمو البراعم الساكنة، وإما بمنعها لتكوين مبادئ الأزهار.

وقد سبق أن أوضحنا فى الفصل الخامس كيفية تحفيز إنتاج المدادات فى المشاتل بالمعاملة بحامض الجبريلليك من واقع دراسات أجريت تحت الظروف المحلية، ونستعرض الآن – تحت هذا الموضوع – مزيدًا من الدراسات التى أجرت فى شتى أنحاء العالم.

معاملات الجبريللين مع إزالة الأزهار

تؤدى المعاملة بالجبريللين إلى زيادة طول النباتات (التيجان)، ونقص عدد النورات الزهرية بكل تاج. فعندما رشت نباتات الفراولة تحت ظروف النهار القصير بالجبريللين بتركيزات صفر، و ١٢,٥، و ٢٥، و ٥٠، و ١٠٠ جزء فى المليون كان متوسط عدد النورات الزهرية المنتجة/تاج. ١,٠، و ٠,٥٨، و ٠,٢٥، صفر، وصفر على التوالى.

وقد أمكن دفع نباتات الفراولة إلى تكوين المدادات برشة واحدة أو رشتان من الجبريللين بتركيز ٥٥٠ جزء فى المليون. وقد تراوحت الزيادة فى تكوين المدادات فى مختلف الدراسات بين ١١١٪، و ١٦٠٠٪. ويزداد تأثير المعاملة بالجبريللين فى تحفيز

إنتاج المدادات عندما تتم إزالة الأزهار المتكونة أولاً بأول؛ الأمر الذى يكون له أهمية خاصة فى الأصناف المحايدة للفترة الضوئية التى يمكنها الإزهار معظم فترات النمو، بينما لا يمكنها تكوين المدادات إلا فى الفترة الضوئية القصيرة (عن Weaver ١٩٧٢).

وأدى رش نباتات الفراولة صنف شاندلر مرتان بالجبريللين (بعد شهرين من الشتل ثم بعد ١٥ يومًا أخرى) بتركيز ٥٠ جزءًا فى المليون فى كل مرة، مع إزالة البراعم الزهرية المتكونة بمجرد ظهورها .. أدى ذلك إلى إنتاج أكبر عدد من المدادات (٥,٥) ونباتات المدادات (١٠,٢/نبات)، والتيجان الجانبية (٩,٣)، بينما أعطى الرش مرة واحدة مع إزالة البراعم الزهرية نصف هذه الأعداد تقريبًا، وتناقصت الأعداد عن ذلك عندما رشت النباتات بالجبريللين مرتان أو مرة واحدة دون إزالة للبراعم الزهرية المتكونة. أما فى معاملة الشاهد التى لم ترش فيها النباتات أو تزال براعمها الزهرية فلم تتكون أى مدادات، وكان متوسط نموها الجانبى ٤,٢ تاجًا/نبات (Duarte & Hermosa ١٩٩٧).

ويماثل حامض الجبريلليك فى تأثيره على النمو الخضرى تأثير النهار الطويل ومعاملة البرودة؛ حيث تؤدى معاملة الجبريللين إلى استطالة عنق الورقة، وزيادة مساحة نصل الورقة، وزيادة إنتاج المدادات، ولكن لا يكون للجبريللين تأثير معاملة البرودة فى كسر السيادة القمية.

المعاملة بالجبريللين مع السيتوكينينات

من المعلوم أن معاملة البرودة تؤدى إلى إحداث زيادة جوهرية فى إنتاج نباتات الفراولة من المدادات، إلا أنه تحدث زيادة أكبر فى إنتاج المدادات حينما تعامل النباتات – بالإضافة إلى البرودة – بكل من البنزيل أدين وحامض الجبريلليك. وبينما لم يختلف تأثير الجمع بين البرودة وحامض الجبريلليك على إنتاج المدادات عن معاملة البرودة وحدها، فإن تأثير المعاملة بالبنزيل أدنين منفردًا تساوى مع تأثير معاملة البرودة وحدها. كما كان تكوين التيجان الفرعية مماثلاً – من حيث الاستجابة لمختلف المعاملات – مع تكوين المدادات (Kahangi وآخرون ١٩٩٢).

ووجد Dale وآخرون (١٩٩٦) أن المعاملة بكل من البنزيل أدين benzyladenine

وحامض الجبريلليك مجتمعين – وليس كل على انفراد – أدت إلى زيادة إنتاج المدادات فى الفراولة المحايدة للفترة الضوئية، وكانت الزيادة فى إنتاج المدادات خطية مع الزيادة فى تركيز البنزيل أدنيين حتى تركيز ١٨٠٠ جزء فى المليون. بالمقارنة .. فإن زيادة تركيز حامض الجبريلليك أدت إلى زيادة طول السلاميات، وضعف إنتاج نباتات المدادات. وقد كانت أفضل المعاملات هى الرش بالبنزيل أدنين بتركيز ١٢٠٠ جزء فى المليون مع حامض الجبريلليك بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون. وجدير بالذكر أن الشتلات التى نتجت من المشاتل المعاملة أعطت عند زراعتها فى الحقل الإنتاجى محصولاً أعلى بمقدار ١٠٪ عن محصول الشتلات التى نتجت من مشاتل غير معاملة.

التأثير الفسيولوجى لزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الزراعات المحمية

دُرس تأثير زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون على صنف الفراولة إلسانتا Elsanta فى حجرات النمو، وقورنت فى هذه الدراسة تركيزات متزايدة من الغاز من ٣٠٠ إلى ٩٠٠ جزء فى المليون لمدة ٥٠ يومًا بداية من بعد الزراعة بأسبوعين. أدت زيادة تركيز الغاز إلى تحفيز النمو النباتى، بزيادة عدد الأوراق، ونباتات المدادات، ودليل مساحة الورقة، ووحدة كتلة النمو لكل وحدة مساحة ورقية، والطول الكلى للمدادات، وارتفاع النبات، وقطر النمو النباتى، والنمو اليومى الورقى، وكتلة النمو النباتى، هذا إلا أن المساحة الورقية الخاصة specific leaf area، ونسبة المساحة الورقية leaf area ratio نقصتا بزيادة تركيز الغاز. وأدت زيادة تركيز الغاز حتى ٧٥٠ جزء فى المليون إلى إحداث زيادة واضحة فى معدل النمو النسبى والكفاءة التمثيلية. وبزيادة تركيز الغاز عن ٦٠٠ جزء فى المليون ازدادت نسبتا الأوراق والجذور إلى الوزن الكلى للنبات بينما نقصت نسبة الساق إلى وزن النبات. ومن الوجهة الاقتصادية، فإنه تفضل زيادة تركيز الغاز حتى ٦٠٠–٧٥٠ جزءًا فى المليون فقط عند إنتاج الفراولة فى الصوبات (Chen وآخرون ١٩٩٧ أ).

كذلك أدت زيادة تركيز الغاز حتى ٧٥٠ جزءًا فى المليون إلى نقص محتوى النبات من الكلوروفيل (a، و b، و a + b) ونسبة كلوروفيل a إلى b. وأحدثت زيادة تركيز الغاز لفترة طويلة شيخوخة مبكرة وأنقصت كفاءة عملية البناء الضوئى. ومع زيادة

تركيز الغاز ازداد تركيزه فى المسافات التى بين الخلايا، وازداد توصيل الثغور، ومعدل النتح، وصافى البناء الضوئى بالأوراق الحديثة، بينما أدت زيادة تركيز الغاز عن ٦٠٠ جزء فى المليون إلى نقص معدل البناء الضوئى بوضوح بكل من الأوراق المكتملة النمو والمسنة. وقد أدت زيادة تركيز الغاز حتى ٦٠٠-٧٥ جزءًا فى المليون إلى تحسين قدرة الأوراق الحديثة على البناء الضوئى، بزيادة كفاءتها التمثيلية فى استعمال الماء photosynthetic water-use efficiency (Chen وآخرون ١٩٩٧ ب).

وأدت - كذلك - زيادة تركيز الغاز إلى زيادة إنتاج المادة الجافة، ونسبة الجذور إلى النمو الخضرى، والاستهلاك المائى الكلى. وبالمقارنة بنباتات الكنترول التى عوملت بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون من غاز ثانى أكسيد الكربون .. أدت زيادة تركيز الغاز إلى ٦٠٠، و ٩٠٠ جزء فى المليون إلى زيادة كلا من: كفاءة إنتاج المادة الجافة بنسبة ٣٧٪، و ٦٧٪، وكفاءة استخدام الماء بنسبة ١٣٧٪، و ٢٧٢٪، وإلى نقص كل من معدل استهلاك الماء بنسبة ٣٩٪، و ٥٥٪، وكفاءة امتصاص الجذور للماء water-uptake efficiency of roots بنسبة ٥٣٪، و ٧٦٪، على التوالى. وقد أدت زيادة تركيز الغاز من ٣٠٠ إلى ٩٠٠ جزء فى المليون إلى زيادة كفاءة إنتاج النبات للمادة الجافة وللماء لأنها قللت من الشدّ المائى على الإنتاجية (Chen وآخرون ١٩٩٧ جـ).

وقد أحدثت زيادة تركيز الغاز زيادة فى تراكم المواد الكربوهيدراتية فى مختلف الأعضاء النباتية، وخاصة النشا فى الأوراق، وأدت إلى زيادة كفاءة إنتاج المواد الكربوهيدراتية، وخاصة النشا (Chen وآخرون ١٩٩٧ د).

ومع زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون من ٣٠٠ إلى ٩٠٠ جزء فى المليون ازداد كذلك تراكم جميع العناصر الكبرى فى جميع الأعضاء النباتية، وخاصة فى الجذور، على الرغم من انخفاض تركيزها بسبب التجفيف الذى نشأ نتيجة لتراكم المواد الكربوهيدراتية. وبالمقارنة بنباتات الكنترول التى عوملت بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون من الغاز .. أدت زيادة تركيز الغاز إلى ٦٠٠ و ٩٠٠ جزء فى المليون إلى زيادة تراكم النيتروجين بنسبة ٩٣٪، و ٨٧٪، والفوسفور بنسبة ١١٣٪، و ١٢٢٪، والبوتاسيوم بنسبة ٩٨٪، و ٩٢٪، والكالسيوم بنسبة ٢١٢٪، و ٢٤٤٪، والمغنيسيوم بنسبة ١٧٧٪،

و ٢٠٠٪، على التوالى. وقد أدت زيادة تركيز الغاز إلى خفض كفاءة امتصاص الجذور للعناصر الكبرى، ولكنها زادت من كفاءة استعمال تلك العناصر (Chen وآخرون ١٩٩٧ هـ).

وقد حفزت التركيزات العالية من ثانى أكسيد الكربون من تكوين التيجان الفرعية، وتميز البراعم الزهرية، كما حثت إنتاج دورة ثانية من الأزهار. وقد بدأ الإزهار والإثمار مبكرًا وداما لفترة أطول فى التركيزات العالية من الغاز عما فى التركيزات المنخفضة. وكان ذلك كله مصاحبًا بزيادة فى المحصول، وحجم الثمار، وعددها، ومحتواها من المادة الجافة. وبالمقارنة بنباتات الشاهد التى عوملت بتركيز ٣٠٠ جزء فى المليون من الغاز .. فإن النباتات التى عوملت بتركيز ٧٥٠ و ٩٠٠ جزءًا فى المليون ازداد فيها محصول النبات بنسبة ٣٦٠٪، و ٤١٠٪، والنمو اليومى للثمرة بنسبة ١١٠٪، و ١٣٠٪، على التوالى؛ كذلك تحسنت جودة الثمار بزيادة محتواها من السكريات وخاصة السكروز ونقص محتواها من الحموضة المعايرة؛ مما أدى إلى زيادة نسبة السكر إلى الأحماض (Chen وآخرون ١٩٩٧ و).

وأدت زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون إلى زيادة محصول ثمار الفراولة بنسبة تراوحت بين ١٧٪ عندما كان مستوى النيتروجين فى المحلول المغذى منخفضًا (٠,٠٤ مللى مول)، و ٤٢٪ عندما كان تركيز النيتروجين مرتفعًا (٤,٠ مللى مول). وقد حدثت تلك الزيادة فى المحصول من خلال زيادات مقابلة فى أعداد الأزهار والثمار بالنبات (Deng & Woodward ١٩٩٨).

وفى مزارع الصوف الصخرى أدت زيادة تركيز الغاز إلى ٧٠٠–٨٠٠ جزء فى المليون خلال النهار إلى زيادة سرعة النمو الخضرى، والإزهار، والإثمار، ونضج الثمار، كما ازداد المحصول بنسبة ٥٠٪ مقارنة بالكنترول، وازداد كذلك محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة الكلية والحموضة المعايرة، والمساحة الورقية النباتية مقارنة بنباتات الشاهد. كذلك أدت زيادة تركيز الغاز إلى زيادة امتصاص العناصر بنسبة تراوحت بين ٣٠٪، و ٦٠٪ (Itani وآخرون ١٩٩٨ أ، و ١٩٩٨ ب، و ١٩٩٩).

كذلك وجد أن ضعف تكوين حبوب اللقاح وخصوبتها يمكن أن ينتج عن نقص فى

إمدادات المواد الكربوهيدراتية بسبب ضعف الإضاءة أو غزارة المحصول - وخاصة عند بداية حصاد محصول نورات المستوى الثانى - وأن هذه الحالة يمكن التغلب عليها وتحسين خصوبة حبوب اللقاح بزيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون (Yoshida & Tanimoto ١٩٩٩).

التأثير الفسيولوجى لبعض العوامل الجوية الأخرى

تأثير الرياح

يمكن أن تؤثر الرياح على نباتات الفراولة من عدة جوانب؛ فالرمال التى تذروها الرياح يمكن أن تعمل على تجريح الثمار، والتيجان، والأوراق. ويُحدث التجريح منافذ للإصابة ببعض الفطريات المسببة للأعفان، مثل فطر الألترناريا *Alternaria*. وربما تؤدى الرياح القوية إلى تحريك نباتات المدادات، وإذا ما تكرر ذلك فإنها قد لا تنجح فى تكوين مجموع جذرى جيد والثبات فى التربة، ويترتب على ذلك تأخر تكوين نباتات المدادات فى المشاتل. وتزداد هذه المشكلة حدة عند جفاف الطبقة السطحية من التربة.

وتبدو النباتات المتأثرة بالرياح ذابلة، وشاحبة، وفاقدة لنضارتها، كما قد تجف حواف أوراقها المسنة.

ويترتب على ذلك كله نقص فى معدل البناء الضوئى قد يستمر لعدة أسابيع بعد توقف هبوب الرياح (Mass ١٩٩٨).

تأثير البرق

تتميز أضرار البرق فى الفراولة بموت النباتات أو تضررها بشدة فى مساحات منعزلة من الحقل تكون دائرية الشكل، ويكون الضرر شديدًا فى مركز الدائرة وتجف تدريجيًّا نحو محيطها. وتظهر على أوراق النباتات المتأثرة الميتة مساحات كبيرة سوداء ومائية المظهر.

ويمكن تمييز أضرار البرق عن الإصابات المرضية بسهولة؛ ذلك لأن البرق يحدث

موتًا فجائيًّا لكل من نباتات الفراولة والحشائش فى المساحة المتأثرة، كما تكون المساحة الدائرية ذات حدود واضحة. وفى حالات البرق لا تظهر أى علامة لإصابات مرضية، ولا تزداد مساحة المنطقة المتأثرة باستثناء أن النباتات الطرفية فيها قد تموت بعد عدة أيام من موت النباتات التى توجد فى مركزها.

تأثير البَرَدْ

تزداد الأضرار من البَرَدْ خاصة أثناء الإزهار ونضج الثمار، فتجرح الثمار، وتظهر الآثار على الثمار غير الناضجة على صورة ندب بنية اللون، مما يجعلها غير صالحة للتسويق حين نضجها.

وتوفر الأوراق حماية لتاج النبات من أضرار البَرَدْ. وعلى الرغم من أن أنصال الأوراق قد تتمزق وأن أعناقها قد تنكسر بفعل البَرَدْ، فإن النباتات سريعًا ما تستعيد نموها الطبيعى (Mass ١٩٩٨).

تأثير ملوثات الهواء

تعد نباتات الفراولة أكثر تحملاً لملوثات الهواء عن عديد من الخضر الأخرى، ومن بين تلك الملوثات الأوزون، وثانى أكسيد الكبريت، والفلوريد. فمثلاً .. تتحمل أوراق الفراولة تركيزات تصل إلى ٠,٥ جزء فى المليون من الأوزون، وجزء واحد فى المليون من ثانى أكسيد الكبريت.

التأثير الفسيولوجى لبعض العوامل الأرضية

ملوحة التربة وماء الرى

تعد الفراولة من أكبر محاصيل الخضر حساسية للملوحة الأرضية؛ فلا تجوز - بداية - زراعتها فى تربة يزيد فيها تركيز الأملاح عن ١,٥ ملليموز/سم (٩٦٠ جزءًا فى المليون من الأملاح) أو ريها بمياه يزيد فيها تركيز الأملاح عن ٧٥٠ جزءًا فى المليون، كما لا تجوز زراعتها فى تربة رديئة الصرف أو ضعيفة النفاذية؛ ذلك لأن التربة الرديئة الصرف تتراكم على سطحها الأملاح باستمرار بعد تبخر الماء الذى يصل إلى

سطح التربة – من الماء الأرضى – بالخاصية الشعرية، أما التربة الضعيفة النفاذية فإنها لا تسمح بغسيل الأملاح – كلما دعت الضرورة إلى ذلك – بإعطاء كميات زائدة من مياه الرى. وغنى عن البيان أن تراكم الأملاح يحدث تلقائيًا حتى وإن لم يرتفع تركيز الأملاح فى ماء الرى عن ١٠٠ جزء فى المليون؛ مما يتطلب غسيل الأملاح المتراكمة فى التربة بالرى بكميات زائدة من الماء وبدون تسميد كلما وصل تركيز الأملاح فى التربة إلى ٩٠٠ جزء فى المليون.

وأكثر الأيونات تأثيرًا على نباتات الفراولة هما أيونا الكلورين والصوديوم، ولكن الفراولة حساسة لارتفاع الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى أيًّا كانت الأملاح السائدة فيه.

ويعتبر احتراق حواف وقمة أوراق الفراولة دليلاً قويًّا على التسمم من الكلورين أو الصوديوم. هذا إلا أن تلك الأعراض يمكن أن تحدث بفعل عوامل أخرى، مثل ظروف الجفاف أو التسمم بالبورون. ولذا .. فإن تحليل الأوراق قد يكون ضروريًا لتحديد سبب احتراق حوافها، ويكون أيونا الكلورين والصوديوم هما سبب الاحتراق عندما يزيد تركيز الكلورين عن ٠,٥٪، أو تركيز الصوديوم عن ٠,٢٪.

يؤدى تراكم الصوديوم إلى ضعف قوة النمو النباتى، وتأخيره، وإلى زيادة معدلات موت النباتات عن المعدل الطبيعى. ويعتبر الاحتراق البسيط أو المتوسط لقمة وحواف الأوراق أمرًا شائعًا عند ارتفاع ملوحة التربة، ولكن تزداد شدة الاحتراق فى الجو الحار الجاف عما فى الجو البارد الرطب. كما تؤدى الملوحة العالية إلى ضعف تكوين الجذور فى النباتات الصغيرة وعدم تكوين جذور دقيقة، وهى التى تكون نشطة فى عملية الامتصاص، وتكون الجذور سميكة. وتفشل نباتات المدادات غالبًا فى تكوين جذور جديدة على سطح التربة. أما النباتات الكبيرة ذات النمو الجذرى المتعمق فى التربة فإنها تكون – عادة – أكثر تحملاً للملوحة (Mass ١٩٩٨).

وقد أدت زيادة تركيز الملوحة فى المحاليل المغذية بمزارع الصوف الصخرى من ٢,٦ إلى ٨,٦ مللى موز/سم إلى زيادة تركيز الكلورين من ٠,٠٣٪ إلى ٠,٦١٪ (على أساس الوزن الجاف)، ونقص تركيز النترات فى العصير الخلوى لأعناق الأوراق من ١٠,٥١

إلى ٣,٦٠ مجم/مل، هذا بينما لم يتأثر - على أساس الوزن الجاف - تركيز كلا من البوتاسيوم، والصوديوم، والكالسيوم، والمغنيسيوم بزيادة تركيز الملوحة (Awang & Atherton ١٩٩٤).

كما أدت زيادة تركيز الملوحة في مزارع الصوف الصخرى من ٢,٥ إلى ٨,٥ مللى موز/سم إلى نقص محصول الثمار، وصاحب ذلك نقصًا في محتوى الثمار من الرطوبة، وزيادة في نسبة محتواها من المادة الجافة (من ٨,٣٢٪ عند ملوحة ٢,٥ مللى موز/سم إلى ٩,٧٨٪ عند ملوحة ٨,٥ مللى موز/سم). وعلى الرغم من أن تركيز السكريات المختزلة والأحماض - على أساس الوزن الجاف - لم يتأثر بمعاملة الملوحة، فإن تركيزهما النسبى - على أساس الوزن الرطب - ازداد بنقص محتوى الثمار من الرطوبة. هذا ولم تكن للملوحة أى تأثيرات على صلابة الثمار أو لونها (Awang وآخرون ١٩٩٣).

وبينما أحدث تعريض نباتات الفراولة للملوحة العالية - بصورة دائمة - نقصًا جوهريًّا في النمو النباتي والمحصول، فإنها أدت كذلك إلى تحسين جودة الثمار. وقد كان النقص في المحصول مرتبطًا بنقص في عدد النورات الزهرية؛ مما حدا ببعض الباحثين إلى اقتراح تأخير تعريض النباتات للملوحة العالية - في الزراعات اللاأرضية - للسماح بتكوين نمو خضرى قوى قبل الإزهار، فلا يتأثر المحصول، بينما تتحسن نوعيته؛ ذلك لأن محصول الفراولة يعتمد بدرجة عالية على عدد النورات الزهرية، الذى يعتمد - بدوره - على عدد الأوراق والتيجان. كذلك فإن محصول الفراولة يرتبط سلبيًّا مع الوزن الكلى للأوراق؛ مما يعنى أن الشد الذى تضعه الملوحة على النمو الورقى يمكن أن يؤثر إيجابيًّا على المحصول.

وقد أظهرت دراسات Awang & Atherton (١٩٩٥) أن عدد أوراق النبات (من ١٢ إلى ٦٠ ورقة/نبات) عند بداية المعاملة بالملوحة (من ٢,٦ إلى ٨,٩ مللى موز/سم في المحاليل المغذية بالزراعات اللاأرضية) لم يكن له تأثير على النقص في النمو الخضرى والإزهار الذى سببته معاملة الملوحة. ولم يحدث نقص في عدد الثمار إلا عندما عرضت النباتات ذات الستين ورقة لأعلى مستوى من الملوحة (٨,٩ مللى موز/سم)، وهى المعاملة التى أحدثت - كذلك - نقصًا في المحصول الكلى (الجاف والطازج) في جميع الأحجام النباتية ما عدا أصغرها (١٢ ورقة).

جفاف التربة

نظرًا لأن معظم المجموع الجذرى لنباتات الفراولة يوجد فى الخمسة عشر سنتيمترًا العلوية من التربة .. فإن أى نقص فى الرطوبة الأرضية – وخاصة إذا رافقته رياح قوية، أو رطوبة منخفضة، أو حرارة عالية – يمكن أن يسبب شدًا رطوبيًا بالنباتات.

وإذا حدث الشد الرطوبى أثناء فترة اكتمال نمو الثمار، فإنه يحد من زيادتها فى الحجم، ويؤدى إلى تلون كأس الثمرة باللون البنى (وهو الحالة التى تعرف باسم brown cap)، وقد يؤدى فى الحالات الشديدة إلى جفاف الثمار ذاتها.

كذلك يؤدى الجفاف إلى منع تجذير نباتات المدادات فى المشاتل، حيث تموت القمة النامية بالجذور.

ويؤدى استمرار تعرض النباتات للذبول لعدة أيام – تحت ظروف الجفاف – إلى موت الأوراق السفلى، وإلى نقص فى النمو الخضرى ومعدل النتح، كما يلى (عن El-Farhan & Pritts ١٩٩٧):

دلائل النمو المتأثرة بالجفاف	النقص (٪)
عدد الأوراق/نبات	٤٤
عدد المدادات/نبات	٧٣
عدد التيجان/نبات	٨٤
الوزن الجاف للأوراق	٦١
الوزن الجاف الكلى	٤٠
دليل المساحة الورقية LAI	٥٠
النتح	٤٥

وقد أدى تعريض نباتات الفراولة للجفاف بصورة دائمة إلى نقص عدد الثمار بنسبة ٣٠٪، والمحصول بنسبة ٨٠٪، كما أدى إلى صغر حجم الثمار، ونقص وزنها الجاف، وإسراع نضجها.

وقد حُصل على أعلى محصول من الفراولة بالمحافظة على الرطوبة فى التربة أعلى من ٦٥٪ من السعة الحقلية.

وقد اتخذت ظاهرة الإدماع guttation – أحيانًا – كدليل على وفرة الماء الأرضى للنمو النباتى، ولكن الإدماع لايحدث إلا فى الأوراق الحديثة.

وتجدر الإشارة إلى أن *F. chilonesis* أكثر قدرة على تحمل ظروف الجفاف، وأكثر كفاءة فى الاستفادة من الماء المتاح له عن كل من *F. virginiana*، وأصناف الفراولة التجارية.

وتوجد اختلافات بين أصناف الفراولة فى قدرتها على تحمل الجفاف، وفى مدى تعمق إنتشار نموها الجذرى (عن El-Farhan & Pritts ١٩٩٧).

وتؤدى معاملة نباتات الفراولة – تحت ظروف الشدِّ الرطوبى – بالمثيل جاسمونيت methyl jasmonate إلى خفض معدل النتح، وإلى إحداث تغيرات فى النشاط الأيضى بما يجعل النبات أكثر قدرة على تحمل الشد الرطوبى (Wang ١٩٩٩).

غدق التربة

يُحدث استمرار غمر التربة بالماء أو هطول الأمطار باستمرار لعدة أيام أضرارًا كثيرة بنباتات الفراولة فالأمطار يمكن أن تؤدى إلى تشقق الثمار عند الأكتاف، كما أن غدق التربة يمكن أن يؤدى إلى ظهور حالة الثمار الألبينو (Mass ١٩٩٨).

علاقة العوامل الأرضية غير المناسبة بعفن الجذور الأسود

كثيرًا ما تشاهد بعض نباتات الفراولة وقد ضعف نموها ومحصولها، وإذا ما فحصت جذور هذه النباتات فإنها تظهر سوداء اللون، وهى حالة تعرف بعفن الجذور الأسود black root rot، ويسبب هذا العفن عديدًا من الفطريات، من أهمها: *Rhizoctonia fragariae*، و *Pythium* spp.، وكذلك النيماتودا *Pratylenchus penetrans*. ومن بين أهم العوامل التى تجعل نباتات الفراولة أكثر حساسية للإصابة بهذا المرض: اندماج التربة وضعف مساميتها، ونعومة حبيبات التربة، وعدم الزراعة على مصاطب مرتفعة، وزيادة عمر المزرعة وخاصة فى الزراعات المعمرة (Wing وآخرون ١٩٩٥).

تكثر حالة عفن الجذور الأسود عند زراعة الفراولة فى الأراضى غير المعقمة. ويلاحظ أن مختلف المسببات المرضية تصيب فى البداية الجذور الدقيقة الماصة؛ مما يؤدى إلى

اكتسابها لونًا أسود وموتها، ويتبع ذلك إصابة وموت الجذور الأولية (عن Fort & Shaw ٢٠٠٠).

تأثير الميكوريزا

أدى تلقيح جذور شتلات الفراولة بفطريات الميكوريزا *Glomus macrocarpum*، و *G. versiforme* إلى زيادة المحصول عما فى النباتات التى لم تلقح، وذلك فى الجزء الأخير من موسم الحصاد، ولكن اختلفت كثيرًا أصناف الفراولة فى استجابتها لمختلف أنواع وسلالات الميكوريزا (Chávez & Ferrara-Cerrato ١٩٩٠).

كذلك أدت معاملة نباتات الفراولة بفطر الميكوريزا *Glomus intraradices* إلى إحداث زيادة جوهرية فى كل من: ارتفاع النبات، والمساحة الورقية، وعدد الأوراق تناسبت طرديًّا مع الزيادة فى عدد جراثيم الفطر التى لقحت بها النباتات من ٧٥٠ إلى ١٢٠٠٠ جرثومة/نبات، وكان الحد الأدنى المستعمل كافيًّا لإحداث تأثير إيجابى على النمو النباتى (Silva وآخرون ١٩٩٦).

أهمية الهرمونات الطبيعية ومعاملات منظمات النمو فى عقد الثمار ونموها

يظهر الأوكسين الحر فى الثمار الحقيقية للفراولة بعد ٤ أيام من تفتح الزهرة، وتظهر كميات بسيطة منه فى التخت الزهرى بعد ٧ أيام أخرى، ويصل إلى أعلى تركيز له فى كل من الثمار الحقيقية والتخت الزهرى قبل مرحلة التلون الأبيض للثمرة، وبعد ذلك ينخفض – تدريجيًّا – مستوى الأوكسين الحر فى التخت الزهرى، ثم فى البذور الحقيقية، وذلك مع بدء تلون الثمرة باللون الأحمر (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

وقد وجد Nitsch أن إزالة أمتعة الأزهار (أو الثمار الفقيرة) فى أى مرحلة – قبل أن تكمل تكوينها – أدى إلى وقف نمو التخت الزهرى، بينما أدت إزالة بعضها فقط إلى إنتاج ثمار مشوهة، حيث لم يستمر نمو التخت الزهرى إلا فى الأجزاء المحيطة بالثمار الفقيرة المتبقية فقط. ويتناسب وزن الجزء اللحمى (الثمرة المأكولة) مع عدد الثمار الفقيرة الموجودة به.

ويمكن أن تحل المعاملة ببعض منظمات النمو محل البويضات المخصبة في تنشيط نمو التخت الزهرى، مثل المعاملة بأى من نفثوكسى حامض الخليك naphthoxyacetic acid، أو إندول حامض البيوتريك indolebutyric acid فى اللانولين. فعندما سمح للأزهار بالتلقيح والإخصاب الطبيعيين، ثم بعد ٩ أيام أزيلت الثمار الفقيرة التى كانت فى بداية تكوينها، أدت المعاملة بأى من هذين الأوكسينين الصناعيين إلى استمرار نمو التخت الزهرى بصورة طبيعية، ولكن تطلب الأمر استعمال تركيز عالٍ قدره ١٠٠ جزء فى المليون من منظم النمو (عن Avigdori-Avidov ١٩٨٦).

كذلك أدى رش نورات الفروالة فى السلالات الأنثوية بإندول حامض الخليك بتركيزات تراوحت بين ٠,٠٠٥٪، و ٠,١٪ إلى نمو مبايض الأزهار (الثمار الفقيرة achens) بصورة طبيعية، ولكنها كانت خالية من البذور، كذلك أدى الرش بتركيز ٠,٠٥٪ أو ٠,١٪ من هذا الهرمون إلى نمو التخت الزهرى فى بعض الأزهار بصورة طبيعية وتكوين ثمار ناضجة طبيعية المظهر، إلا انه لم تتكون أبدًا بهذه الطريقة أكثر من ثمرة واحدة بكل نورة.

كما تمكن Nitsch (١٩٦٢) من الحصول على عقد جيد للثمار فى إحدى سلالات الفراولة الأنثوية بمعاملتها وقت تفتح الأزهار بمنظم النمو 1-napthaleneacetamide بتركيز ٠,٠١ مولار، وقد كانت الثمار المنتجة مكتملة النمو وبكرية.

ووُجِدَ أن معاملة قمة تخت أزهار الفراولة غير الملقحة بنفثالين حامض الخليك NAA بتركيز $١٠^{-٣}$ مولار + ٢٪ دايمثيل سلفوكسيد dimethylsulfoxide فى اللانولين أدت إلى تحفيز استطالة التخت الزهرى، وإنتاج ثمرة مكتملة الحجم (Southwick & Poovaiah ١٩٨٧).

هذا .. ولا تحفز المعاملة بحامض الجبريلليك نمو التخت الزهرى - إذا ما أزيلت الثمار الحقيقية - مثلما تفعل المعاملة بالأوكسين، حيث يقتصر تأثير الجبريللين على تحفيز نمو الجزء القاعدى فقط من التخت الزهرى (منطقة الرقبة neck region)؛ مما يؤدى إلى تشوه شكل الثمرة.

وعلى الرغم من أن المعاملة بأى من الجبريللين أو السيتوكينين لا تؤثر على نمو

التخت الزهرى، فقد أمكن رصد نشاطهما فى ثمار الفراولة بعد ٧ أيام من تفتح الزهرة، وخاصة فى الثمار الحقيقية، وبعد ذلك انخفض تركيز السيتوكينين بشدة فى كل من الثمار الحقيقية والتخت الزهرى، وبقى تركيزه منخفضًا إلى حين نضج الثمرة، بينما كان تركيز الجبريللين منخفضًا فى كل من الثمار الحقيقية والتخت الزهرى، وازداد انخفاضه فيهما اثناء اكتمال الثمرة لنضجها (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

التركيب التشريحى للثمرة

تنغمس قواعد الثمار الفقيرة achens – وهى الثمار الحقيقية – فى التخت الزهرى المتشحم – وهو الجزء المأكول – وتتصل به وبطبقة البشرة بواسطة خيوط وعائية ليفية. وتنضج الثمار الحقيقية قبل نضج الثمرة المتجمعة (ثمرة الفراولة المأكولة) بعدة أيام. ويمكن أن تحتوى الثمرى المتجمعة الواحدة على ما بين ٥٠ إلى ٥٠٠ ثمرة فقيرة.

تتكون الثمرة المتجمعة من نخاع لحمى على شكل أسطوانة مركزية، يليه حلقة من الحزم الوعائية التى تتفرع خارجيًّا نحو الثمار الفقيرة، ثم قشرة لحمية خارج حلقة الحزم الوعائية، تتكون من خلايا برانشيمية، وتنتهى القشرة بخلايا البشرة، وهى تتكون من طبقة واحدة أو طبقتين من الخلايا، وتغطى بطبقة شمعية رقيقة، ويوجد بها بعض الثغور وقليلاً من الشعيرات، وتتصل البشرة اتصالاً سطحيًّا بالبذور. ويوجد النسيج الميرستيمى تحت البشرة، ولا توجد به مسافات بين الخلايا. ويستمر الانقسام الخلوى فى هذا النسيج بعد توقف خلايا النخاع والبشرة عن الانقسام.

يزداد عدد الحزم الوعائية بزيادة حجم الثمرة، وهى تنقل الماء والغذاء من عنق الزهرة إلى لحم الثمرة والبذور. وتتكون الحزم من خلايا أطول من خلايا اللحم وأكثر تحملاً عنها؛ مما يجعل الثمرة متماسكة وصلبة. وتجدر الإشارة إلى أنه فى برامج التربية يتم التخلص من النباتات التى تكون ثمارها ذات حزم ضعيفة جدًّا أو قوية جدًّا.

وتكون جدر خلايا القشرة أقل سمكًا من جدر خلايا النخاع، كما تزداد فى الحجم بسرعة تبلغ ضعف سرعة خلايا النخاع. ويوجد عادة تدرجًا فى حجم الخلية من

الحجم الصغير بالقرب من الحافة إلى خلايا أكبر نحو الداخل (عن Avigdori-Avidov ١٩٨٦).

وتتكون الثمرة الفقيرة achene من بذرة واحدة يلتصق بها الجدار الثمرى، وهو يتكون من نسيج المبيض الذى تتكون فيه البذرة. والثمرة الفقيرة بيضوية الشكل ovate يبلغ طولها حوالى ملليمتر واحد، ووزنها حوالى ٥١ مجم، ويوجد بسطحها بعض الثغور. وتتكون الثمرة الحقيقية الناضجة من طبقة بيريكارب صلب وسميك نسبيًّا، وقصرة رقيقة، وإندوسيرم يتكون من طبقة واحدة من الخلايا. وجنين صغير، ويكتمل تكوين الجنين فى خلال ١٠ أيام من تفتح الزهرة وإخصاب البويضة.

صفات الجودة

حجم الثمرة

نمو الثمرة فى الحجم

يكون منحنى نمو ثمار الفراولة زيجمويدى sigmoidal، ويتميز بالبطه فى البداية،يتبعه مرحلة من النمو السريع exponential، ثم مرحلة نمو متباطئ. وتحدث الزيادة الكبيرة فى نمو الثمرة بعد نضج أجنة البذور.

وتقسم مراحل نمو الثمرة – عادة – إلى: صغيرة خضراء، وكبيرة خضراء، وبيضاء، ووردية، وحمراء أو ناضجة. ولا تصل الثمرة إلى أقصى وزن، وطول، وقطر لها إلا فى مرحلة النضج الأحمر (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

تزداد ثمار الفراولة فى الحجم تدريجيًّا أثناء تكوينها وتلوينها، وتتراوح الزيادة فى الحجم من مرحلة ربع التلوين إلى مرحلة التلوين الكامل بين ٢٣٪، و ٥٧٪ حسب الصنف وعوامل أخرى، بينما تبلغ الزيادة بين ٣/٤ تلوين والتلوين الكامل ١٢–٢٣٪.

وتستمر ثمرة الفراولة فى النمو حتى تمام نضجها، ويستغرق ذلك حوالى ٣٠ يومًا. ولكن يختلف المدى من ٢٠ يومًا فى الظروف المثالية إلى ٦٠ يومًا عندما يكون النضج فى الجو البارد.

العوامل المؤثرة فى حجم الثمرة

يتوقف الحجم الذى تصل إليه ثمرة الفراولة على العوامل التالية:

١ – الصنف .. حيث تختلف أصناف الفراولة كثيرًا فى حجم ثمارها.

٢ – قوة نمو النبات.

٣ – مدى المنافسة التى تتعرض لها الثمرة من باقى الثمار فى العنقود .. ويرتبط ذلك العامل بجميع العوامل التالية.

٤ – وضع الزهرة فى النورة، حيث تعطى الأزهار الأولية أكبر الثمار، وتليها أزهار المستوى الثانى، فأزهار المستوى الثالث، فالرابع (يراجع الوصف النباتى بخصوص مستويات الأزهار بالنورة). وتؤدى إزالة الأزهار الأولى بالنورة إلى زيادة وزن الثمار التى تكونها الأزهار التالية لها، بينما لا تؤثر إزالة الأزهار المتأخرة فى النورة على وزن الثمار التى كونتها الأزهار التى سبقتها (Janic & Eggert ١٩٦٨، و Dona ١٩٨٠).

هذا .. ويصل وزن ثمار المستويين الثانى والثالث إلى حوالى ٥٠٪، و ٢٥٪ – على التوالى – من وزن ثمار المستوى الأول.

٥ – عدد الأمتعة بالزهرة، ويرتبط هذا العامل بشدة مع العامل السابق، حيث يقل عدد الأمتعة بالزهرة بتدنى مستواها، ويقل معها عدد ما تحمله الثمرة من بذور، ووزن النسيج الثمرى لكل بذرة. وتكون الظاهرة أكثر وضوحًا فى الأصناف ذات الثمار الكبيرة بطبيعتها عما فى الأصناف ذات الثمار الصغيرة (Avidov–Avidori ١٩٨٦).

ويعتبر عدد الثمار الحقيقية بكل سنتيمتر مربع من سطح الثمرة الناضجة مقياسًا لمدى اكتمال تكوينها؛ الأمر الذى يتوقف على العوامل البيئية والصنف. وقد وجد أن وزن ثمرة الفراولة يرتبط إيجابيًّا بكل من عدد الثمار الفقيرة بالثمرة، وعدد الثمار الفقيرة/سم^{2} من سطح الثمرة (Strik & Proctor ١٩٨٨).

٦ – عدد الخلايا بالتخت الزهرى، حيث يتوقف هذا العامل على الظروف البيئية التى تسود أثناء تكشف البراعم الزهرية.

يحدث معظم الانقسام الخلوى قبل الإخصاب. وبينما لا يزيد إسهام الانقسام الخلوى بعد الإخصاب – والذى يكون قليلاً جدًّا – عن ١٥–٢٠٪ من النمو الكلى

للثمرة، فإن معظم الزيادة فى عرض طبقة القشرة قبل تفتح الزهرة يكون مرجعها إلى الانقسامات الخلوية. ويحدث الانتقال إلى زيادة الخلايا فى الحجم بصورة تدريجية، ولكن تلك الزيادة تكون هى المسئولة عن معظم الزيادة فى حجم الثمرة بعد الإخصاب؛ فمثلاً .. تكون ٩٠٪ من الزيادة فى نمو نسيج القشرة بعد الإخصاب بسبب الزيادة فى حجم الخلايا التى سبق أن تكونت بالفعل. وتكون الزيادة النسبية فى عرض القشرة بطيئة فى البداية، ثم تزداد تدريجيًّا، إلى أن تصل إلى أكبر سرعة لها فى المرحلة الأخيرة من تكوين الثمرة (عن Avigdori-Avidov ١٩٨٦).

وقد بلغ متوسط عدد الخلايا فى ثمرة الفراولة الناضجة حوالى ٠,٧٢ × ١٠[٦] فى الصنف تيلليكم Tillikum، و ١,٩٦ × ١٠[٦] فى الصنف تراى ستار Tristar، و ٢,٩٤ × ١٠[٦] فى الصنف سلفا Selva، وجميعها أصناف محايدة للفترة الضوئية. وقد ظهرت الاختلافات النسبية بين الأصناف فى عدد خلايا التخت الزهرى عند وقت تفتح الزهرة. وفى جميع الأصناف كان انقسام الخلايا لوغارتميًّا لمدة ١٠ أيام بعد تفتح الزهرة، ثم توقف الانقسام فى اليوم الخامس عشر. هذا بينما ازداد متوسط حجم الخلية ببطء خلال فترة الانقسام الخلوى، ولكنه ازداد بسرعة بصورة خطية لمدة ١٠ أيام بعد توقف الانقسام الخلوى. وقد ازداد متوسط حجم الخلية بمقدار يزيد عن ١٢ ضعف بعد تفتح الزهرة، وبلغ حوالى ٦ × ١٠[٦] ميكرومتر[٣] فى الثمار الناضجة. ولم تكن للاختلافات الكبيرة بين الأصناف فى حجم الثمار الناضجة أية علاقة بأى اختلافات بينها فى فترة الانقسام الخلوى بعد تفتح الأزهار؛ وفى متوسط حجم الخلية، وإنما كان مردها أساسًا إلى اختلافها فى عدد خلايا التخت الزهرى وقت تفتح الأزهار (Cheng & Breen ١٩٩٢).

٧ – الحجم النهائى الذى تصل إليه خلايا التخت الزهرى وحجم المسافات بينها:

ترجع معظم الزيادة فى حجم ثمرة الفراولة إلى كل من عدد الخلايا الموجودة ومدى الزيادة فى حجمها. ويتوقف انقسام الخلايا بعد ٧ أيام من سقوط البتلات أى بعد حوالى ١٥ يومًا من تفتح الزهرة. وتكون الزيادة فى حجم خلايا القشرة أكبر عما فى الأجزاء الأخرى من الثمرة.

تبدو خلايا الثمرة بعد ٢١ يومًا من سقوط بتلات الزهرة كبيرة وذات فجوات

عصارية وقد اختفت منها البلاستيدات الخضراء ومعظم النشا. وتتصل هذه الخلايا ببعضها البعض أثناء نضج الثمرة بواسطة خيوط بروتوبلازمية. وتستمر الخلايا البارانشيمية للقشرة في الازدياد في الحجم أثناء نضج الثمرة، وتنفصل عن بعضها البعض عند الصفيحة الوسطى عند النضج، ولكن تبقى الميتوكوندريات طبيعية في الثمار الناضجة.

صلابة الثمار

تتأثر صلابة الثمار كثيرًا بكل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية؛ فنجد فى الفترات التى تسودها حرارة مرتفعة ورطوبة عالية أن الثمار تكون طرية جدًّا، وتتكون بها تجاويف داخلية فى بعض الأصناف. وفى الجو الحار المطر قد تمتص الثمار الماء من خلال الطبقة الخارجية وتصبح طرية كذلك.

كذلك تنخفض صلابة الثمار فى حالات النمو الخضرى الغزير بسبب تأثير التظليل الذى تحدثه الأوراق.

وتكون طبقة بشرة الثمار الخارجية أكثر تحملاً للأضرار الميكانيكية فى الحرارة المنخفضة (عن Avidori-Avidov ١٩٨٦).

وتتحدد صلابة ثمار الفراولة بكل من متانة الجلد skin، وصلابة اللب الذى يليه (عن Hietaranta & Linna ١٩٩٩).

هذا .. وتفقد ثمار الفراولة كثيرا من صلابتها بين مرحلتى التلوين الأخضر والأبيض، وتستمر فى فقد صلابتها مع تقدم التلوين بالأحمر. ويبدو أن معظم هذا الفقد يحدث بسبب تحلل الصفيحة الوسطى بين الخلايا البرانشيمية. ويزداد أثناء ذلك تركيز البكتين الذائب من مستوى منخفض جدا بعد ١٤ يوما من سقوط البتلات إلى حوالى ٩٠٪ من البكتين الكلى بعد ٤٢ يوما من سقوط البتلات، أى عند مرحلة النضج الأحمر التام. كذلك قد يسهم تحلل الهيمسيليلوز والسليلوز فى فقد الثمار لصلابتها (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

ومع فقد الثمار لصلابتها تنفصل الجدر الخلوية عن بعضها البعض على امتداد

الصفيحة الوسطى، وتنطلق البكتينات. وعلى الرغم من ازدياد نشاط إنزيمى البكتين مثيل إستريز pectinmethylestrase، والسليلوليز cellulase أثناء نضج الثمرة، إلا أنه لا يعرف إنزيم معين يعد مسئولاً عن فقد الثمار لصلابتها، وربما يرجع هذا الفقد إلى نشاط عديد من الإنزيمات، وربما يصاحب ذلك نقصًا فى الكالسيوم. وتجدر الإشارة إلى أن الإنزيم إندو بولى جالاكتورونيز endo-polygalacturonase – المسئول الأول عن فقد ثمار الطماطم لصلابتها – لم يُستدل على وجوده فى الفراولة (عن Perkins-Veazie & Collins ١٩٩٥).

لون الثمار

يستمر تمثيل الكلوروفيل والصبغات الكاروتينية فى ثمار الفراولة لمدة ٢٨ يومًا بعد سقوط البتلات، ثم يتوقف تمثيلها. وعلى الرغم من اندثار البلاستيدات الخضراء – التى توجد فى الثمار الخضراء – أثناء نضج الثمرة – دون أن تتحول إلى بلاستيدات ملونة – فإنه يمكن أن يستمر تواجد آثار من الصبغات الكاروتينية فى الثمار الناضجة.

ويرجع اللون الأحمر الزاهى لثمار الفراولة الناضجة إلى محتواها من الصبغات الأنثوسيانية الذائبة فى الماء، والتى يبدأ تمثيلها فى الثمار البيضاء فى اليوم الثامن والعشرين من تفتح الزهرة بتخليق الإنزيم phenylalanine-ammonia lyase، ويستمر حتى اليوم الخامس والثلاثين.

وتعد صبغة pelargonidin-3-glucoside هى الصبغة الرئيسية المسئولة عن اللون، وتليها فى الأهمية صبغة cyanidin-3-glucoside (جدول ٨-١)، ولكن يعرف عديد من الأنثوسينينات الأخرى فى ثمار الأصناف المختلفة من الفراولة، مثل: pelargonidin rutionside (عن Avidori-Avidov ١٩٨٦).

كذلك أمكن عزل المركب الأنثوسيانينى pelargonidin-3-0(6-0-malonyl-β-D-glucoside من ثمار ثلاثة أصناف من الفراولة، حيث تراوحت نسبته فيها بين ١٢٪، و ٣٠٪ من الأنثوسيانينات الكلية، ولكن لم يمكن عزله من صنفين آخرين (Tamura وآخرون ١٩٩٥).

يزداد إنتاج الأنثوسيانين مع الزيادة فى نمو الثمرة وفى محتواها من السكريات.

وعندما تصبح الثمرة زائدة النضج أو تحدث لها أضرار يصبح اللون الأحمر قاتمًا ومائلاً إلى الزرقة، بسبب التغير الذى يحدث فى pH الثمرة، وما يترتب عليه من تغير فى أيض الأنثوسيانين.

ويفضل عند التسويق الطازج أن تكون ثمار الفراولة حمراء فاتحة اللون أو حتى برتقالية، لأن هذه الثمار لا تميل إلى التغير إلى اللون المائل إلى الزرقة مع مرور الوقت عليها بعد الحصاد. أما عند تسويق الفراولة لأجل التصنيع فإنه تفضل الثمار المكتملة التلوين بالأحمر خارجيًّا وداخليًّا (عن Perkins-Veazie ١٩٩٦).

تتلون الثمار التى تقطف فى طور ربع التلوين طبيعيًّا أثناء التخزين، ولكنها تكون أقل محتوى من السكريات وأعلى محتوى من الأحماض عن الثمار التى تترك لتتلون طبيعيًّا. وحتى الثمار التى تحصد وهى مازالت بيضاء ضاربة إلى الخضرة ولايزيد تلوينها الوردى عن ١٠٪ .. هذه الثمار تتلون بصورة كاملة فى خلال يومين من التخزين على حرارة ٣٢°م ورطوبة ٩٠٪، وفى خلال أربعة أيام على حرارة ١٩°م، ولكنها لا تتلون جيدًا على حرارة ١٣°م (عن Avidori-Avidov ١٩٨٦).

ويزداد لون ثمار الفراولة دكنة فى الإضاءة الجيدة إذا لم تكن الثمار ملونة أصلاً عند حصادها.

طعم الثمار

إن الطعم الجيد لثمرة الفراولة يرجع إلى كل من درجة الحلاوة، ومستوى الحموضة، والنكهة معًا. فنجد – مثلاً – أن ارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة بالثمار مع انخفاض حموضتها المعايرة لا يكفى لجعل الثمار جيدة الطعم، بل يتطلب الأمر ارتفاع الحموضة المعايرة كذلك.

ويزداد تركيز السكريات فى ثمار الفراولة تدريجيًّا بداية من المرحلة التى تكون فيها بيضاء اللون وحتى اكتمال نضجها، بينما ينخفض تركيز الأحماض.

ويتحسن طعم ثمار الفراولة فى الظروف الجوية التى تسودها حرارة معتدلة وشمس ساطعة نهارًا، مع حرارة مائلة إلى البرودة ليلاً. ويتناسب محتوى الثمار من السكريات طرديًّا مع شدة الإضاءة نهارًا.

السكريات

تشكل السكريات: الجلوكوز، والفراكتوز، والسكروز حوالى ٨٠-٩٠٪ من المحتوى الكلى للثمرة من المواد الصلبة الذائبة، بينما تشكل الأحماض وبعض المركبات الأخرى من ١٠-٢٠٪ منها. ويزداد محتوى ثمرة الفراولة من المواد الصلبة الذائبة تدريجيا أثناء نموها ونضجها من ٥٪ فى الثمار الصغيرة الخضراء إلى نحو ٦-٩٪ فى الثمار الحمراء الناضجة، ويتوقف المدى الذى تصل إليه تلك النسبة على الصنف والظروف البيئية (جدول ٨-١).

جدول (٨-١): المكونات الكيميائية لثمرة الفراولة (عن **Perkins-Veazie ١٩٩٥**).

المكون		المدى
		٪
السكريات		
السكروز		٠,٢-٢,٥
الفراكتوز		١,٧-٣,٥
الجلوكوز		١,٤-٣,١
البروتين		٠,٢٣
		(مجم/١٠٠ جم)
الأحماض الأمينية		
الستريك	citric	٤٢٠-١٢٤٠
الماليك	malic	٦٠-٦٨٠
الأسكوربيك	ascorbic	٢٦-١٢٠
السكنيك	succinic	١٠٠
الأوكساليك	oxalic	٢٤
الطرطريك	tartaric	١٧
البيروفيك	pyruvic	٥
الكونيك	quinic	٢
الشيكيميك	shikimic	آثار
الفينولات الكلية		٥٨-٢١٠
الأنثوسيانينات الكلية		٥٥-١٤٥
الصبغات الأنثوسيانينية		
	Pelargonidin-3-glucoside	٨٨٪ من الكلى
	Cyanidin-3-glucoside	١٢٪ من الكلى

ويتراوح تركيز السكريات الكلية بين ٤,١٪، و ١٠,٥٪ حسب الصنف والظروف البيئية. ويشكل الجلوكوز والفراكتوز حوالى ٨٠-٩٠٪ من السكريات الكلية، وهما يتوجدان بنسبة متساوية تقريبًا، بينما يوجد السكروز بتركيز منخفض يتراوح بين ٦٪، و ٢٧٪ من السكريات الكلية (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

وقد ازداد المحتوى الكلى للسكريات فى ثمار الفراولة من ٠,١٥ نانو جرام (١ نانوجرام ١٠^-٩ جرام)/خلية عند سقوط البتلات إلى ١٩٥ نانوجرام بعد ٣٥ يومًا، وهى فترة ازداد فيها حجم الخلايا بنحو ١٠٠٠ ضعف. وقد أمكن الكشف عن وجود النشا بالثمرة حتى اليوم الحادى والعشرين من سقوط البتلات.

يمثل الجلوكوز والفراكتوز ١,٤٪، و ٠,٨٪ - على التوالى - من الوزن الطازج لثمرة الفراولة، وذلك حتى اليوم الخامس من تفتح الزهرة، ولا يبدأ السكروز فى الظهور وبنسبة ٠,٢٪ فقط - إلا فى اليوم العاشر من تفتح الزهرة، وحينئذٍ ينخفض تركيز الجلوكوز إلى ٠,٧٪ بينما يبقى تركيز الفراكتوز ثابتًا. وعند بداية التلوين يصل تركيز السكروز إلى أعلى مستوى له، حيث يزداد إلى حوالى ٠,٦٪، بينما يبقى تركيز الجلوكوز والفراكتوز ثابتًا. وبعد ٢٥ يومًا من تفتح الزهرة (طور النضج الأحمر) يمثل الجلوكوز، والفراكتوز، والسكروز ١,٣٪، و ١,٥٪، و ٠,٦٪ من وزن الثمرة الطازج، على التوالى (عن Avidori-Avidov ١٩٨٦).

وقد وجد فى صنفى الفراولة سى سكيب Seascape، وكابرون Capron أن محتوى ثمارهما من السكروز يرتفع إلى ٥٣٪، و ٧٠٪ - على التوالى - من السكريات الكلية، وهما بذلك يختلفان عن معظم الأصناف الأخرى من الفراولة (Perkins-Veazie & Collins ١٩٩٧).

ويرتبط محتوى السكريات الكلى فى ثمار الفراولة إيجابيًّا مع كل من طول النبات، والمساحة الورقية، ونسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية بالثمار، كما يرتبط محتوى الجلوكوز والفراكتوز سلبيًّا مع عدد الأيام من الإزهار إلى الحصاد (Ogiwara وآخرون ١٩٩٨).

وعندما خزنت الثمار فى مرحلة ١/٤ تلوين إلى حين تلوينها الكامل فإن محتواها من السكريات كان ٧٨٪ فقط من محتوى الثمار التى تركت لتتلون بصورة طبيعية على

النبات، بينما ازداد محتواها من الحموضة بمقدار ٣٣٪ عن الثمار المكتملة التلوين طبيعيًا.

الحموضة المعايرة والـ pH

تتراوح الحموضة المعايرة فى ثمار الفراولة بين ٠,٤٥٪، و ١,٨١٪ حسب مدى نضج الثمرة، والصنف، والعوامل البيئية. وتنخفض الحموضة المعايرة أثناء النضج من ١,٢٪ فى الثمار الصغيرة الخضراء إلى ٠,٩٥٪ فى الثمار الزائدة النضج.

ويشكل حامض الستريك حوالى ٨٠٪ من الحموضة المعايرة الكلية بثمار الفراولة (جدول ٨-١). وتنخفض الحموضة المعايرة أثناء نضج الثمار.

كما تحتوى ثمار الفراولة على كميات كبيرة من حامض الأسكوربيك تقدر بنحو ٦٠ مجم/١٠٠ جم وزن طازج، ولكن يختلف هذا التركيز باختلاف الأصناف. ويزداد تركيز حامض الأسكوربيك فى الجزء الخارجى للثمرة عنه فى الجزء الداخلى، كما يزداد تركيزه مع النضج.

وتؤثر الأحماض فى pH الثمرة، وتثبط نشاط الإنزيمات، وتسهم فى ثبات اللون، وتثبط نمو الكائنات المرضة. ولثمار الفراولة pH حامضى يقدر بنحو ٣,٥، ولا يوجد فرق يذكر فى الـ pH بين الثمار الخضراء والحمراء.

وينخفض pH ثمار الفراولة أثناء نموها ونضجها، ولكنه يرتفع مرة أخرى فى الثمار الزائدة النضج. يتراوح pH الثمار الخضراء بين ٣,٥، و ٤,٦، ثم ينخفض إلى ٣,١-٣,٣ فى الثمار البيضاء، ويلى ذلك ارتفاع الـ pH مرة أخرى إلى ٣,٥-٣,٧ (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

نكهة الثمار

نوعيات المركبات المسئولة عن النكهة المميزة للثمار

ترجع النكهة المميزة لثمار الفراولة إلى ما تحتويه تلك الثمار من مركبات متطايرة volatile substances. لا تشكل هذه المركبات سوى ٠,٠٠١٪ إلى ٠,٠١٪ من الوزن الطازج للثمرة، وقد عزل حوالى ٣٦٠ مركبًا منها، تضمنت الإسترات، والألدهيدات،

والكيتونات، والكحولات، والتربينات، والفيورانونات furanones، والمركبات الكبريتية (عن Forney وآخرين ٢٠٠٠). هذا إلا أن معظم المركبات التى تشترك أكثر من غيرها فى إكساب الفراولة نكهتها المميزة تنشأ من إسترات المثيل methyl esters، والتى تقوم الإنزيمات بتحويلها إلى عديد من المركبات المتطايرة. ويختلف التركيز النسبى لهذه المركبات كثيرًا باختلاف الأصناف، كما يحدث بها تغيرات كبيرة جدًّا أثناء النضج.

ويعطى جدول (٤-٢) قائمة بالنكهات المميزة لمجموعات مختلفة من المركبات المتطايرة التى أمكن التعرف عليها فى ثمار الفراولة، مع أسماء بعض المركبات الممثلة لتلك المجموعات وتركيزها بالثمار معبرًا عنه بقيمة النكهة aroma value، وهى عبارة عن تركيز المركب مقسومًا على التركيز الحرج الذى يبدأ عنده ظهور النكهة المميزة للمركب (عن Scheerens & Stetson ١٩٩٦).

ومن بين أهم المركبات المتطايرة التى أمكن التعرف عليها، ما يلى (عن Avigdori-Avidov ١٩٨٦).

linealool
geraniol
β -ionine
β-phenylethanol
granil acetate
2,5-dimethyl-4 hydroxy-3(2H)-furanone

تعد الإسترات esters هى الفئة الغالبة كمًّا ونوعًا من بين جميع المركبات المتطايرة، وهى تعطى الطعم الثمرى fruity، والزهرى flowery. وقد عزل منها ١٣١ مركبًا تشكل بين ٢٥٪، و ٩٠٪ من جميع المركبات المتطايرة. ومن بين الفئات الأخرى التى قد تشكل حتى ٥٠٪ من المركبات المتطايرة: الألدهيدات aldehydes، والفيورانونات furanones. وتشكل الكحولات حتى ٣٥٪ من المركبات المتطايرة، ولكنها لا تسهم كثيرًا فى إكساب الفراولة نكهتها المميزة. وتشكل التربينات terpenes – عادة – أقل من ١٠٪ من المركبات المتطايرة، بينما تكوّن المركبات الكبريتية أقل من ٢٪، ويمكن لكليهما أن يسهم فى إعطاء ثمار الفراولة نكهتها المميزة.

ومن الإسترات التى تنتجها ثمار الفراولة تسود البيوتانويتس butanoates، والهكسانويتس hexanoates حيث وجد أنهما تشكلان ٣٢٪ إلى ٨٨٪، و ٨٪ إلى ٤٠٪ – على التوالى – فى خمسة أصناف من الفراولة.

جدول (٤-٢): النكهات المميزة لمجموعات مختلفة من المركبات المتطايرة التى أمكن التعرف عليها فى ثمار الفراولة، والمركبات الهامة الممثلة لتلك المجموعات وتركيزها النسبى فى الثمار.

النكهة المميزة	مجموعات المركبات التى تعطى النكهة	المركبات الممثلة للمجموعة	التركيز النسبى للمركب[أ] (قيمة النكهة)
ثمرى fruity	إسترات منخفضة الوزن الجزيئى	ethyl butanoate	< ١٠٠٠٠٠
		ethyl hexanoate	١٠٠٠٠–١٠٠٠٠٠
		hexyl acetate	صفر – ١
		isoamyl acetate	لم يقدر
	ketones	2-heptanone	١٠–١٠٠
	lactones	gamma -decanolactone	١٠–١٠٠
زهرى floral/موالح citrus	terpenols	linalool	١٠٠–١٠٠٠
		α-terpineol	لم يقدر
كالسكر المحروق	furanoses	furaneol	١٠٠٠–١٠٠٠٠
	ketones	3-hydroxybutanone	لم يقدر
كالبهارات spicey	متنوعة	ethyl cinnamate	لم يقدر
كالزبدة buttery	diones منخفضة الوزن الجزيئى	diacetyl	لم يقدر
جوزى nutty	مشتقات البنزين	benzaldehyde	لم يقدر
عشبى herbaceous	ألدهيدات غير مشبعة	t-2-hexanal	١٠–١٠٠
	كحولات غير مشبعة	t-2-hexen-1-ol	صفر – ١
	إسترات غير مشبعة	t-2-hexenyl acetate	لم يقدر
كالمخبوزات والمطهيات	furaldehydes	furfural	لم يقدر
دهنى/شمعى/جوز الهند	lactones	gamma-caprolactone	لم يقدر
	كحولات	lauryl alcohol	لم يقدر
زَنخ rancid	ألدهيدات مشبعة	hexanal	١٠–١٠٠
Goaty	أحماض دهنية متطايرة	2-methylbutanoic acid	١٠٠–١٠٠٠
كبريتى sulfurous	thiolesters	methylthiol acetate	لم يقدر
كيميائى chemical	متنوعة	naphthalene	لم يقدر

أ – قدرت قيمة التركيز النسبى للمركب بقسمة تركيز المركب على تركيزه الذى يبدأ عنده ظهور نكهته المميزة، وتعرف هذه القيمة باسم aroma value.

وسائل التعرف على الأهمية النسبية للمركبات فى إكساب الثمار نكهتها المميزة

من بين مئات المركبات المتطايرة التى تنتجها الفراولة الطازجة لا تشترك سوى نسبة قليلة منها فى إكساب الفراولة نكهتها. وتعد النكهة المميزة خليطًا من عدد من المركبات، فلا يوجد مركب واحد يمكن اعتباره مسئولاً عن النكهة. ويعتمد إسهام أى مركب فى النكهة على مدى نفاذية رائحته وتركيزه، ومن هاتين القيمتين تحسب قيمة نكهة aroma value للمركب (عبارة عن تركيز المركب مقسومًا على التركيز الحرج الذى يبدأ عنده ظهور النكهة المميزة للمركب)، وكل ما تزيد قيمة نكهته عن الواحد الصحيح يعد مؤثرًا فى إضفاء النكهة المميزة للفراولة. وكلما زادت القيمة كلما زاد إسهام المركب. وعلى سبيل المثال .. عندما حسبت قيم النكهة للمركبات المتطايرة التى عزلت من ثمار الصنف سانجا سانجانا كانت أكثر المركبات إسهامًا فى إعطاء النكهة، هى: methyl butanoate، و linalool، و 2-heptanone، و 2-methyl butanoic acid (Forney وآخرون ٢٠٠٠).

يمكن كذلك تقدير مدى إسهام أى من المركبات المتطايرة فى النكهة المميزة بشم كل منها على حده عند عزلها بالكروماتوجرافى الغازى. وباتباع هذه الطريقة وجد أن ethyl hexanoate كان أكثر المركبات فى قوة الرائحة فى خمسة أصناف من الفراولة، كما أمكن التعرف بالشم على رائحة قوية لكل من ethyl 3-methylbutanoate فى الأصناف كنت Kent، وكافندش Cavendish، ومكماك Micmac، و 3-methylbutyl acetate فى الصنفين كنت، ومكماك، و ethyl butanoate، و ethyl 2-methylbutanoate، و ethyl hexanoate فى الصنف شاندلر (عن Forney وآخرون ٢٠٠٠).

الاختلافات الصنفية

تختلف أصناف الفراولة كميًّا ونوعيًّا فى محتواها من المركبات المتطايرة. وفى إحدى الدراسات قدر الفرق بين أقل الأصناف وأكثرها إنتاجًا من المركبات المتطايرة بنحو ٣٥ ضعفًا.

ويعد المركب Furaneol أحد المركبات المتطايرة الهامة المؤثرة فى النكهة فى عديد من الأصناف، منها: سنجا سنجانا، وباركر، وبنتون، ويوجد الـ linalool فى كل من سنجا سنجانا وأنّيللى Anneli (عن Forney ٢٠٠٠).

ومن أكثر المركبات المتطايرة تواجدًا في ثمار الصنف شاندلر، كلا من ethyl butanoate، و ethyl hexanoate، و ethyl-2-methylbutanoate (Pérez وآخرون ١٩٩٣).

لا تظهر النكهة المميزة لثمار الفراولة إلا عند اكتمال نضجها. وعلى سبيل المثال يشكل المركبين المتطايرين 3-hexenyl acetae، و hexyl acetate حوالى ٢٥٪ من المركبات المتطايرة في ثمار شاندلر الخضراء، ولكن نسبتهما تنخفض في الثمار الناضجة. ويعد هذان المركبان مسئولين عن النكهة المميزة لثمار الفراولة الخضراء. وتمثل إسترات المثيل methyl esters المركبات المتطايرة الرئيسية في مختلف مراحل النضج، حيث تمثل حوالى ٦٠٪ من المركبات المتطايرة الكلية. ولا يتواجد المركبان isopropyl butanoate، و propyl propanoate سوى في الثمار المكتملة النضج (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

كذلك أمكن التعرف على المركب المتطاير 1,2-propanediol في ثمار صنف الفراولة إلسانتا، وذلك بتركيز ٠,٥ ميكروجرام/جم وزن طازج (Zabetakis & Gramshaw ١٩٩٨).

وفي دراسة أجريت على أربعة أصناف من الفراولة أمكن التعرف على تسعة مركبات متطايرة، اختلف تركيزها جميعًا باختلاف مرحلة نضج الثمار، واختلفت الأربعة الأخيرة منها باختلاف الصنف، وهي (Rizzolo وآخرون ١٩٩٦).

butanol

pentanol

isobutyl propanoate

pentyl butanoate

delta-dodecalactone

(E)-2-hexenol

methyl salicylate

gamma-nonalactone

gamma-dodecalactone

أهمية الضوء فى تمثيل المركبات المسئولة عن النكهة المميزة للثمار

يتطلب تكوين المركبات المسئولة عن النكهة المميزة لثمار الفراولة ساعتين فقط يوميًا من الإضاءة القوية فى حرارة منخفضة نسبيًّا.

التغيرات المصاحبة للنضج فى المركبات المسئولة عن النكهة

يزداد تركيز المركبات المتطايرة المسئولة عن النكهة – بسرعة كبيرة – فى ثمار الفراولة أثناء نضجها. وبينما قد لا يستغرق الأمر من بداية تحول الثمرة من اللون الأبيض إلى اللون الأحمر الكامل أكثر من ٣٦ ساعة، فإن تركيز المركبات المتطايرة يزداد بمقدار خمسة أضعاف فى الثمار المكتملة التلوين بالأحمر عنه فى الثمار التى تكون فى مرحلة ٧٥٪ تلوين عند الحصاد. كذلك وجد أن المركبات المتطايرة يزداد تركيزها بمقدار ١٤ ضعفًا فيما بين مرحلتى التلوين بالأبيض وبالأحمر التام.

كذلك تحدث تغيرات أخرى كمية فى مختلف المركبات المتطايرة أثناء نضج الثمار. فمثلاً .. يزداد تركيز إسترات الميثيل بمقدار ٧ أضعاف، بينما لا يتغير تركيز إسترات الإثيل كثيرًا أثناء النضج. وبينما تشكل الكحولات السداسية الكربون ٢٥٪ من المركبات المتطايرة فى ثمار شاندلر بعد الإزهار بنحو ٣٦ يومًا، فإنها تنخفض إلى حوالى ٥٪ فقط بعد ١٠ أيام أخرى (عن Forney وآخرين ٢٠٠٠).

ويذكر Perkins-Veazie (١٩٩٥) سبعة مركبات متطايرة ذات صلة وثيقة بالنكهة المميزة لثمار الفراولة الحمراء الناضجة، ويبين جدول (٤–٣) التغيرات فى تركيز هذه المركبات خلال مختلف مراحل نضج الثمرة.

التغيرات المصاحبة للتخزين فى المركبات المسئولة عن النكهة

يزداد تركيز المركبات المتطايرة فى ثمار الفراولة أثناء التخزين؛ فمثلاً .. ازداد تركيزها – فى ثمار كنت التى حصدت وهى كاملة الإحمرار – بمقدار ٧ أضعاف فى خلال ٤ أيام من التخزين على ١٥°م. وبالمقارنة ازداد تركيز المركبات المتطايرة فى الثمار التى حصدت وهى وردية اللون بمقدار ٢٠٠ ضعف بعد ٤ أيام من التخزين على ١٥°م (عن Forney وآخرين ٢٠٠٠).

جدول (٤-٣): التغيرات فى تركيز المركبات المتطايرة وثيقة الصلة بالنكهة المميزة للفراولة خلال مختلف مراحل نضج الثمار (نانوجرام/جم وزن طازج/ ٨٠ لتر).

المركب المتطاير	مرحلة التلون الثمرى			
	الأخضر	الأبيض	الوردى	الأحمر
ethyl hexanoate	١٨,٧	٨٢,٠	١١٠,٢	٣٩٢,٣
ethyl butanoate	١٨,١	٨١,٩	٨٨,٤	٣١٧,٢
methyl butanoate	٢,٩	٦١,٢	٥٤,٤	٢٥١,٤
methyl hexanoate	صفر	٣٠,٥	٣٢,٦	١١٦,٨
hexyl acetate	٧,٥	١٠٧,٤	٢٦,٨	٦١,٥
ethyl propionate	صفر	٩,٩	٧,٧	٣٠,٢
3-hexenyl acetate	صفر	١٣,٥	٩,٠	٤,٦

محتوى الثمار من بعض المركبات الأخرى

الأحماض الأمينية

ينخفض كثيرًا محتوى ثمار الفراولة من الأحماض الأمينية الكلية مقارنة بالثمار الأخرى مثل الخوخ أو البرتقال. ويعتبر الأسباراجين asparagine هو الحامض الأمينى السائد فيها، حيث يمثل حوالى ٥٠٪ من إجمالى محتوى الثمرة من الأحماض الأمينية خلال جميع مراحل نضجها كما يتبين من جدول (٤-٤).

جدول (٤-٤): التغيرات فى محتوى ثمار الفراولة من الأحماض الأمينية أثناء نضجها (مجم/١٠٠ جم/وزن طازج) (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

الحامض الأمينى		مرحلة التلون الثمرى			
		الأخضر	الأبيض	الوردى	الأحمر
الأسباراجين	Asparagine	٥٢,٤	٤٧,٨	٤٧,٤	٣٠,٦
الجلوتامين	Glutamine	١٣,٠	٧,٤	٢٣,٦	١٠,٤
الجلوتامك	Glutamate	١١,٤	٧,٣	٢,٣	٣,٦
الآلانين	Alanine	٩,٧	١٨,٢	١٠,٧	١,٦
البرولين	Proline	٤,٣	٤,٠	٣,٧	٣,٠
السيرين	Serine	٣,٠	٢,٤	٥,٦	٢,٠
الفالين	Valine	٢,٠	١,٣	١,٥	١,٠

المركبات الفينولية

تتضمن المركبات الفينولية التي توجد بثمار الفراولة: الأنثوسينينات anthocyanins، والفلافونولات flavonols، ومشتقات حامض السنَّامك cinnamic acid derivatives والفينولات البسيطة، والكاتيكين catechin.

كذلك تحتوى ثمار الفراولة على بولى فينولات (تانينات tannins)، وحامض الكلوروجنك chlorogenic acid، والـ D-catechin، والـ p-coumaric.

ويتوفر المركب الفينولى حامض الإلاجك ellagic acid بتركيزات عالية نسبيًا فى كل من لب ثمرة الفراولة وكذلك فى الثمار الحقيقية (achens).

وينخفض تركيز الفينولات الكلية من ٠,٦٪ فى الثمار الخضراء إلى ٠,٣٪ فى الثمار الحمراء (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

العيوب الفسيولوجية والنموات غير الطبيعية

الثمار المشوهة ووجه القط

تعرف حالة الثمار المشوهة misshapen fruit – كذلك – باسم وجه القط catface، وترجع جميع حالات الثمار المشوهة إلى عدم اكتمال التلقيح والإخصاب والنمو الطبيعى للبذور الحقيقية، وإن تنوعت أسباب ذلك.

يؤدى إخصاب البويضات إلى تنشيط تكوين الأوكسين الطبيعى، والذى يؤدى بدوره إلى تنشيط خلايا التخت الزهرى لتنمو وتكوّن الثمرة المتجمعة الكاذبة بما تحمله من ثمار حقيقة فقيرة. هذا .. إلا أن الأوكسين الذى يتكون بعد إخصاب البويضة لا يؤثر إلا على نمو نسيج التخت الزهرى القريب من البذرة المتكونة. لذا .. فإن الإخصاب الجزئى لبعض البويضات فقط يؤدى إلى تكوين ثمار غير منتظمة الشكل. وتلاحظ هذه الظاهرة فى الأصناف القليلة الأسدية عندما تزرع بدون ملقحات، وخاصة فى الزراعات المحمية التى يقل فيها نشاط الحشرات، وحركة الهواء، مع زيادة فى الرطوبة النسبية، وضعف فى الإضاءة.

وتزداد نسبة الثمار المشوهة فى محصول أول الثمار تكونًا (primary fruits) عما فى

ثمار المستويات التالية لها، وقد تراوحت نسبة الثمار الأولية المشوهة بين ٤٢٪، و ٧٠٪ فى الصنفين تايى Tyee، وبنتون Benton، بينما تراوحت النسبة الإجمالية للثمار المشوهة بين ١٤٪، و ١٩٪. وقد ظهرت بالأزهار التى أنتجت الثمار المشوهة نسبة علية من المتوك المتغيرة اللون (الصفراء، والبنية، والسوداء)، وكانت نسبة المتوك المتغيرة اللون أعلى – عادة – فى أزهار المستوى الأول عما فى أزهار المستوين الثالث والرابع (Gilbert & Breen ١٩٨٦)

ويمكن إيجاز أهم العوامل المسببة لتشوهات الثمار، فيما يلى:

١ – الصقيع.

٢ – الحرارة المنخفضة كثيرًا لما لها من تأثير على التلقيح ونمو الثمار.

٣ – مبيدات الحشائش مثل الـ 2,4-D.

٤ – نقص بعض العناصر مثل البورون، والزنك، والنحاس.

٥ – الإفراط فى التسميد الآزوتى.

٦ – إصابة أجزاء الزهرة أو الثمار النامية بالأمراض مثل عفن ثمار بوتريتس ولفحة الأزهار.

٧ – الإصابة بالعناكب والحشرات، مثل التربس والليجس.

٨ – طفرات وراثية.

٩ – العوامل البيئية التى تؤثر خلال مراحل تنشئة وتكوين البراعم الزهرية (عن Mass ١٩٩٨).

١٠ – الأمطار التى يمكن أن تؤدى إلى تخفيف سوائل مياسم الأزهار؛ مما يؤدى إلى ضعف التلقيح (Garren ١٩٨١).

ويظهر العيب الفسيولوجى وجه القط catface بثمار الفراولة على صورة تشوهات، وأخاديد، ومرتفعات وعقد بغير انتظام، كما تبدو قمة الثمرة المصابة غالبًا بنية قاتمة إلى سوداء اللون، حيث تزدحم بها الثمار الحقيقية الفارغة (الخالية من البذور)، وقد يحدث هذا التلون وتزاحم البذور الفارغة على جوانب الثمرة، ويعرف هذا الجزء المزدحم بأنه "بذرى" seedy.

يعتمد النمو الطبيعي لثمرة الفراولة على تكوين عديد من البذور الطبيعية وتوزعها بانتظام على كل سطح الثمرة، ويتطلب ذلك تلقيح وإخصاب طبيعيين. ويمكن لأى عامل يُسهم فى عدم إكمال التلقيح أو الإخصاب الطبيعيين أن يسبب ظاهرة وجه القط. ومن بين الأسباب المحتملة لذلك: أضرار التجمد، وإصابات متوك وأمتعة الزهرة بالأمراض، والعناكب والتربس، وتغذية حشرة خنفساء الليجس lygus bug (*Lygus hesperus*) على أجنة البذور.

ومن بين العوامل التى يمكن أن تُسهم فى عدم نجاح التلقيح عدم كفاية حبوب اللقاح الخصبة فى بعض المواسم، أو عدم تجانس توزيع حبوب اللقاح على أمتعة الزهرة. وتشاهد الظاهرة كذلك عندما تغسل حبوب اللقاح بواسطة رذاذ الماء المستخدم فى الرى بالرش، أو بمياه الأمطار التى تدوم لفترة طويلة، أو عند اتباع طريقة الرش للحماية من التجمد مع استمرار الرش لفترة طويلة، ويكون تأثير ذلك على الثمار التى تتفتح أزهارها ويفترض عقدها خلال فترة الرش. ويعنى ذلك مرور حوالى ٦–٨ أسابيع بعد فترة البرودة قبل أن تظهر الثمار المشوهة المصابة بوجه القط. هذا إلا أن الظاهرة يمكن أن تحدث فى ظروف استمرار انخفاض الحرارة لفترة طويلة حتى ولو لم تتم الاستعانة بالرش بالماء للحماية من الصقيع. ويبدو أن مجرد انخفاض الحرارة يمكن أن يؤثر على الأزهار التى تكون فى مرحلة التنشئة والتكوين.

وبينما يمكن مكافحة حالات وجه القط التى تسببها تغذية حشرة الليجس أو إصابات متوك وأمتعة الزهرة باللفحة بالرش بالمبيدات المناسبة، فإن حالات وجه القط الأخرى لا يمكن التحكم فى مسبباتها.

كذلك يمكن أن يؤدى الرش بتركيزات عالية من بعض المبيدات الفطرية مثل الكابتان إلى التأثير سلبيًا على حبوب اللقاح ومنع التلقيح؛ ومن ثم تكوين ثمار مشوهة. ومن الطبيعي أن الأزهار المكشوفة تكون أكثر تأثرًا بالمبيدات عن الأزهار التى تغطيها الأوراق.

عرف الديك

يطلق المصطلح المحلى "الثمار الكف" على حالة عرف الديك cookscomb، وهى

الثمار التى تحدث بها ظاهرة الـ fasciation، وفيها تكون الثمرة كبيرة، ومسطحة، وتبرز من قمتها اثنان أو أكثر من النموات فى اتجاهات مختلفة، فتبدو - مع لونها الأحمر - مثل عرف الديك. وهى حالة وراثية أكثر منها فسيولوجية.

تبدأ ثمار عرف الديك فى التكوين مع بداية تكوين البراعم الزهرية فى تاج النبات، حينما تندمج معًا زهرتان أو أكثر. وعند تفتح هذه الأزهار الملتحمة فإنها تبدو كزهرة واحدة كبيرة.

تختلف الأصناف كثيرًا فى مدى استعدادها لظهور هذه الحالة بها، والوسيلة الوحيدة لتجنبها هى عدم زراعة الأصناف التى تكثر بها تلك الظاهرة.

القمة الخضراء والكتف الأبيض

يظهر العيبان الفسيولوجيان القمة الخضراء green tip والكتف الأبيض white shoulder أحيانًا فى ثمار الفراولة المكتملة النضج، وفى الأولى تكون قمة الثمرة خضراء أو بيضاء ولا تتلون، بينما تكون أكتاف الثمار فى العيب الفسيولوجى الثانى بيضاء اللون.

ويرتبط هذان العيبان الفسيولوجيان بعدد من العوامل، من أبرزها: ضعف الإضاءة، وعدم انتظام الحرارة أثناء نضج الثمار وخاصة فى بداية الربيع، وضعف التلقيح بسبب انخفاض الحرارة أو كثرة الأمطار. هذا .. وتكثر ظاهرتا القمة الخضراء والكتف الأبيض فى أصناف معينة دون غيرها.

لفحة الشمس

عند إصابة الثمار بلفحة الشمس sunscald يظهر على سطحها العلوى المعرض لأشعة الشمس مساحات من البثرات أو القروح المعتمة، التى سريعًا ما تصبح غائرة قليلاً ومائية المظهر.

وتحدث هذه الظاهرة عندما يصبح الجو حارًا فى الربيع، وتكون أكثر شدة وانتشارًا عندما يحدث تغير سريع من الجو البارد المعتدل إلى الجو الحار. كما تزداد شدتها عند جفاف التربة إلى درجة ظهور بعض الذبول على النباتات.

وتتشابه لفحة الشمس مع الظاهرة التى تعرف باسم الاحتراق الحرارى weather burn، والتى تحدث – كذلك – عند حدوث تغير مفاجئ إلى الجو الحار بعد فترة طويلة من الجو المائل للبرودة، حيث يؤدى ذلك إلى تغير أجزاء من السطح العلوى للثمرة – أو السطح العلوى كله – إلى اللون البرونزى أو الأسمر. وتحدث هذه التيغرات الحرارية – عادة فى شهر مارس.

وبينما لا توجد وسيلة للوقاية من الاحتراق الحرارى (الذى يختفى – عادة – بمجرد ثبات الظروف الجوية)، فإن الوقاية من لفحة الشمس يمكن أن تتم جزئيًّا بعد تعرض النباتات للجفاف الذى يؤدى إلى ارتخاء الأوراق. هذا ويفيد الرى بالرش – كثيرًا – فى تخفيف حدة الإصابة بلسعة الشمس.

الثمار الألبينو

ثمار الفراولة الألبينو albino ليست بيضاء اللون كما قد يتبادر إلى الذهن، وإنما يستعمل هذا المصطلح فى الفراولة لوصف الثمار التى تكون أقل تلونًا حتى وهى ناضجة. وفى الحالات البسيطة تكون الثمار الألبينو أقل تلونًا عند الأكتاف بالقرب من الكأس عما يكون عليه الحال فى الثمار العادية. تكون هذه الثمار – كذلك – أقل صلابة من نظيرتها العادية، وأكثر حساسية للإصابة بالأعفان، وأكثر قابلية للإصابة بالأضرار الميكانيكية أثناء الحصاد، والتداول، والتسويق. وفى الحالات المتوسطة تكون الثمار الألبينو ذات لون برتقالى فاتح، وطرية، ورديئة الطعم. أما فى الحالات الشديدة .. فإن الثمار الألبينو تكون ذات لون برتقالى فاتح جدًّا ومبرقشة بالأبيض داخليًّا وخارجيًّا، وحامضية الطعم جدًّا كما لو كانت متخمرة.

وعادة .. عندما تكون الحالة متوسطة إلى شديدة تظهر بالثمار الألبينو – كذلك – ظاهرة وجه القط catface، حيث تفشل قمة الثمرة فى التكوين الطبيعى وتأخذ لونًا أسود، مما يجعل الثمار صغيرة وبها تآليل knots.

وإذا فحصت الأجزاء الباهتة اللون من الثمار الألبينو بعدسة مكبرة يلاحظ تحت طبقة البشرة وجود تراكيب صغيرة براقة وشفافة تبدو كما لو كانت حبات من السكر.

يزداد ظهور حالة الثمار الألبينو عندما يكون المحصول عاليًا وعقد الثمار غزيرًا، ويبدو أن للظاهرة علاقة بزيادة معدلات التسميد، وخاصة التسميد الآزوتي والبوتاسي، كما أنها تزيد في بعض الأصناف أكثر من غيرها، وفي ظروف الإضاءة الضعيفة، ونقص الكالسيوم.

ويعتبر السبب الأساسي للظاهرة هو بطء معدل انتقال السكريات إلى الثمار أثناء نضجها، ويحدث ذلك خاصة خلال فترات الإنتاج الغزير عندما تسبقها فترة من الجو الدافئ، ثم تليها فترة من الجو الغائم. كذلك يساعد النمو الخضرى الغزير - الذى يحدث عند زيادة معدلات التسميد الآزوتي - على بطء انتقال السكريات إلى الثمار النامية.

ويزداد ظهور حالة الثمار الألبينو عندما تزيد نسبة النيتروجين إلى الكالسيوم، والبوتاسيوم إلى الكالسيوم فى الثمار.

كذلك يمكن أن يؤدى الفقد الفجائي للأوراق بسبب الإصابات المرضية أو الحشرية إلى نقص معدل انتقال السكريات إلى الثمار.

ويمكن أن تحدث الظاهرة كذلك عندما يضعف النمو الخضرى بسبب عقد النبات لعدد كبير من الثمار، ويحدث ذلك فى الزراعات الفرش التى لم تتعرض شتلاتها للبرودة قبل تقليعها من المشتل حينما تقلم أوراقها قبل زراعتها، أو حينما تموت كل أوراقها بعد الشتل مباشرة.

التوالد

يعنى بظاهرة التوالد proliferation تكوين أوراق ونباتات صغيرة على الأزهار أو الثمار، وهى ظاهرة فسيولوجية لها أساس وراثى.

إذا حدث التوالد فى زهرة قبل بداية تكوين الثمرة فإن مركز الزهرة - الذى توجد به الأمتعة - يختفى عادة تحت عديد من الأوراق الصغيرة جدًا التى تتكون فيه. أما إذا حدث التوالد بعد بداية تكوين الثمرة فإنه يختلف فى شدته ما بين تكوين نبات واحد أو نباتات قليلة صغيرة جدًا، وتكوين عديد من هذه النباتات التى تغطى سطح الثمرة تغطية تامة.

وعندما تتناثر تلك النباتات الصغيرة على سطح الثمرة، فإنـها تظـهر كما لـو كـانت البذور ذاتها قد أنبتت فيها، ولكن الـواقع أن تلك النباتـات تتصـل بـالثمرة فـى الموقـع ذاته التى تتصل به البذور. وتنشأ تلك النباتات من بعض خلايا الحزمـة الوعائيـة التـى تحمل الغذاء لكل بذرة.

ويختلف هذا التوالد الفسيولوجى عن التوالد الـذى تسـببه الإصابـة بـاصفرار الأسـتر aster yellows (وهو سـبيروبلازم spiroplasm)، والكـائن الشـبيه بالميكوبلازما المسـبب لحالـة البتـلات الخضـراء green petals، والتـى تعـرف باسـم الورقـانى (التوريـق) phyllody؛ ولذا .. فإن ظـاهرة التوالـد الفسـيولوجى تعـرف كذلـك باسـم التوريـق غـير المعدى noninfectious phyllody.

ويكون ببتلات الأزهـار المتـأثرة بالظـاهرة اخضـرارًا (virescence)، وتكـون سـبلاتها صغيرة الحجم.

تكثر ظاهرة التوالد فـى الزراعـات الفريجـو، وهـى تنتشـر فـى أصنـاف معينـة دون غيرها.

ويبدو أن ظاهرة التوالد تحدث عندما ترتفع الحرارة من مسـتوى الـبرودة أو الحـرارة المعتدلة إلى الحرارة العالية خلال فترة حرجة من مراحل نشأة الأزهار وتكوينها فى تـاج النبات.

احتراق قمة الأوراق

من أهم مظاهر احتراق قمة الأوراق موت قمة الأوراق الصغيرة التى تبرز من قمـة تـاج النبات وتصبح بنية إلى سوداء اللون. ومـع نمـو هـذه الأوراق فإنـها تصبـح غـير منتظمـة الشكل ومتغضنة. كذلك قد يتأثر كأس الزهرة وتتباين شـدة الأعـراض بـين احـتراق قمـة السبلات فقط، وتلونها كلها باللون البنى.

تكثر هذه الظاهرة – عادة – فى أول الأوراق تكونًا بعد الشتل، ولكنها قد تحدث فى أى مرحلة من النمو. وعلى الرغم من أن مظهر الأوراق المتـأثرة يكـون ملفتًـا للنظـر، فـإن الظاهرة سريعًا ما تتوقف وتكمل النباتات نموها الطبيعى.

وتختلط أعراض ظاهرة احتراق قمة الأوراق بأعراض نقص عنصرى البورون والكالسيوم.

ويعتقد بأن السبب الحقيقى للظاهرة هو زيادة الضغط الأسموزى للمحلول الأرضى إما بسبب زيادة معدلات التسميد، وإما بسبب نقص معدلات الرى.

ويعالج احتراق قمة الأوراق الناشئ عن زيادة معدلات التسميد بزيادة معدلات الرى بالقدر الذى يكفى لتخفيف تركيز الأملاح السمادية فى محيط الجذور.

الأوراق الصفراء والتخطيط الأبيض

قد تصبح أوراق أو وريقات كاملة صفراء فاتحة اللون أو بيضاء، وقد يحدث هذا التغير اللونى فى أجزاء من الوريقات، وقد يأخذ شكل الخطوط، وتلك ظاهرة وراثية.

تلاحظ هذه الحالة مع بداية بزوغ الأوراق من التاج بعد الشتل، ويكون ذلك –عادة – فى ورقة واحدة أو ثلاث ورقات من بين الأوراق الست الأولى التى تبزغ من تاج النبات، بينما تكون جميع الأوراق التالية لها فى الظهور طبيعية. وتنمو هذه النباتات بصورة طبيعية، حيث تختفى الأوراق الأولى المصابة تحت النموات الجديدة، أو أن الأجزاء المصابة تتحلل وتختفى. وعلى الرغم من ذلك فإن هذه الظاهرة قد تتكرر فى بعض النباتات مع كل دورة جديدة من دورات النمو الورقى.

وفى أحيان قليلة تكون جميع الأوراق الخمس الأولى فى التكوين صفراء اللون أو بيضاء تمامًا، وهذه النباتات تموت – عادة – حيث تستنفذ مخزونها من الغذاء قبل أن تكون أوراقًا جديدة طبيعية قادرة على القيام بعملية البناء الضوئى.

ولهذه الظاهرة أسباب وراثية، وهى تعرف عادة بمرض اصفرار يونيه June yellows، وتظهر فى صورة طفرات خلال مراحل إكثار الشتلات، كما تتواجد – عادة – فى الأصناف التى يدخل ضمن أنسابها أصناف معينة (مثل Blackmore، و Howard 17). ولا تظهر الظاهرة – عادة – إلا بعد مرور سنوات على إنتاج الصنف الجديد. وإذا حدثت الظاهرة كطفرة فإن نسبة ظهورها تتوقف على توقيت حدوثها

خلال مراحل الإكثار، حيث تنخفض نسبة الشتلات المتـأثرة بـها كلمـا تـأخر حدوثـها (Howard وآخرون ١٩٨٥).

الفصل التاسع

الحصاد، والتداول، والتخزين، والتصدير

نضج الثمار

تكون الثمرة خضراء اللون عند بداية العقد، ثم تتحول إلى اللون الأبيض، ثم تتلون جزئيًا باللون الوردى، ثم باللون الأحمر، وتزيد مساحة الجزء الملون تدريجيًا. ويكون التلون من الطرف القمى للثمرة نحو الطرف القاعدى.

العوامل المؤثرة فى سرعة النضج

تتوقف المدة من تفتح الزهرة الأولى لحين نضج الثمرة على درجة الحرارة؛ ففى حرارة ١٥°م تستغرق هذه الفترة حوالى شهر. وبينما تزيد هذه الفترة عن ذلك فى درجات الحرارة الأقل من ١٥°م، فإنها تزداد طولاً – كذلك – مع تقدم موسم الحصاد ومع ارتفاع درجة الحرارة فى نهاية الموسم. وقد تراوح المدى لعشرين صنف – درست على مدى ثلاث سنوات – بين ٢٥، و ٣٨ يومًا بمتوسط قدره ٣٢,١ يوم.

ومتى تفتحت الأزهار فإن الثمار لا تتكون إلا عندما تكون الحرارة أعلى من ٦°م، حيث تسمح هذه الدرجة بتفتح الأزهار، ولكنها لا تسمح بنضج الثمار. ويكون نضج الثمار أكثر تأثرًا بدرجة حرارة الليل (عن Avigdori-Avidov ١٩٨٦).

تصل الثمار إلى مرحلة اللون الأبيض بعد ٢١ يومًا من تفتح الزهرة، وتكون تامة الإحمرار بعد ١٠–٢٠ يومًا أخرى. وتكون عملية النضج سريعة للغاية، حيث تحدث فى خلال ٥–١٠ أيام بعد انتهاء مرحلة اللون الأبيض، ويتوقف ذلك على درجة الحرارة (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

تتوقف سرعة نضج الثمرة – كما أسلفنا – على درجة الحرارة السائدة، ويلزم عادة يومان من بداية تلون الثمرة إلى مرحلة ثلاثة أرباع تلوين، ويومان آخران حتى تصبح

الثمرة حمراء تمامًا، وهى مازالت صلبة، ويومان إضافيان - وهى على النبات - حتى تصبح رخوة وزائدة النضج.

وللإضاءة القوية تأثير إيجابى على سرعة نضج الثمار (عن Avigdori-Avidov ١٩٨٦).

التغيرات المصاحبة للنضج

يصاحب نضج ثمار الفراولة - وهى على النبات - التغيرات التالية:

١ - زيادة الحجم، ويتمثل ذلك فى زيادة حجم الخلايا، وتضخم الفجوات العصارية.

٢ - زيادة نسبة الرطوبة.

٣ - نقص الصلابة.

٤ - زيادة نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية.

٥ - زيادة كبيرة فى نسبة السكريات التى تشكل من ٧٠-٨٠٪ من المواد الصلبة الذائبة.

٦ - نقص الحموضة المعايرة.

٧ - تكون الصبغات الأنثوسيانينية الحمراء.

٨ - تمثيل المركبات العطرية المتطايرة المسئولة عن النكهة المميزة.

وعلى الرغم من أن ثمار الفراولة يمكن أن تتلون بصورة تامة إذا ما قطفت فى مرحلة اللون الأبيض أو الوردى، فإن تغيرات القوام، والسكريات، والحموضة لا تحدث بصورة كاملة كما تحدث فى الثمار التى تقطف فى مراحل أكثر تقدمًا من النضج (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

فسيولوجيا ما بعد الحصاد

نتناول بالشرح موضوع فسيولوجيا ما بعد الحصاد - قبل دراسة موضوع الحصاد ذاته وعمليات التداول التالية للحصاد حتى وصول المنتج إلى المستهلك - وذلك لكى نتمكن من فهم الأسباب التى تدعونا إلى إعطاء أهمية قصوى لكل ما سيأتى بيانه

عن الحصاد وعمليات التداول، حتى يحتفظ المنتج بجودته العالية لأطول فترة ممكنة.

التغيرات التى تطرأ على الثمار بعد الحصاد

إن من أهم التغيرات التى تلى الحصاد، والتى تؤثر فى جودة ثمار الفراولة، ما يلى:

اكتمال النضج

يمكن لثمار الفراولة التى تحصد قبل تمام نضجها أن تكمل نضجها بعد الحصاد – وفى غياب الضوء – ولكن ذلك يعتمد على درجة الحرارة. ويمكن للضوء أن يزيد قليلاً من سرعة النضج ودرجة التلوين على ٢٤°م. هذا .. إلا أن محتوى السكر بالثمار لا يطرأ عليه أى تحسن بعد الحصاد.

فعندما قطفت ثمار الفراولة من صنف كنت Kent، وهى فى مراحل التلوين بالأحمر، وبالوردى، وبالأبيض وخزنت على حرارة ١٥°م فى الضوء، وقيم فيها التلون السطحى وتكوين المركبات المتطايرة على مدى ١٠ أيام .. وصل إنتاج المركبات المتطايرة فى الثمار الحمراء والوردية إلى قمته بعد أربعة أيام من التخزين، وكان أقصى إنتاج لهذه المركبات فى الثمار الحمراء ٨ أمثال أقصى إنتاج لها فى الثمار الوردية و ٢٥ مثل أعلى إنتاج لها فى الثمار الخضراء. هذا ولم يبدأ إنتاج المركبات المتطايرة فى الثمار الخضراء إلا بعد مرور ٤ أيام من الحصاد، ثم استمر إنتاجها بعد ذلك. وقد تواكبت التغيرات فى التلون السطحى للثمار بعد الحصاد مع التغيرات التى حدثت فى إنتاج المركبات المتطايرة.

ولدى مقارنة التخزين فى الضوء مع التخزين فى الظلام، وفى حرارة ١٠°م مقارنة بحرارة ٢٠°م .. وجد أن تكوين المركبات المتطايرة والصبغات الأنثوسيانينية – فى الثمار التى قطفت وهى وردية اللون – تأثر بكل من الضوء ودرجة الحرارة (Miszczak وآخرون ١٩٩٥).

فقدان الرطوبة

يشكل الماء حوالى ٩٠–٩٥٪ من ثمار الفراولة، ويؤدى فقد الماء عن طريقى النتح والتنفس إلى حدوث فقد فى الوزن، وكرمشة، وقتامة فى اللون. وفضلاً عن ارتفاع معدل

تنفس ثمار الفراولة، فإن معدل النتح يزداد فيها - كذلك - بسبب ارتفاع نسبة سطحها إلى حجمها، ولأن طبقة الأدمة cuticle التى تغطيها رقيقة للغاية.

كذلك يؤدى الفقد الرطوبى إلى ذبول أوراق الكأس وجفافها.

وتجدر الإشارة إلى أن فقد الرطوبة يزداد فى ثمار الفراولة الصغيرة الحجم عما فى الثمار الكبيرة بسبب زيادة مساحة السطح الخارجى لكل وحدة وزن من الثمرة فى الثمار الصغيرة عما فى الكبيرة.

فقدان الصلابة

تفقد ثمار الفراولة كثيرًا من صلابتها بين طورى النضج الأبيض والأحمر، وتستمر فى فقدها لصلابتها بعد الحصاد، حيث تنفصل الجدر الخلوية على امتداد الصفيحة الوسطى، مع تحرر بكتينات ذات وزن جزيئى كبير وهيميسيليوز. أما الثمار التى تقطف قبل اكتمال تكوينها فلا تحدث فيها تغيرات القوام الطبيعية (عن Mitchell وآخرين ١٩٩٦).

التغيرات اللونية

تزداد دكنة اللونين الخارجى والداخلى لثمار الفراولة أثناء التخزين وتصبح حمراء قرمزية اللون، كما يختفى بريقها بسرعة كبيرة، وخاصة عندما يكون التخزين على ٥ْم- أو أعلى من ذلك - مع رطوبة نسبية منخفضة. ويبدو أن التغير اللونى يكون مرده إلى تغير pH الثمرة من المجال الحامضى إلى المجال القلوى؛ مما يؤثر فى أيض الأنثوسيانين، أما فقد الثمرة لبريقها فيكون مردة إلى فقد الرطوبة الذى يؤدى إلى كرمشة الأديم.

الإصابة بالأضرار الميكانيكية

تتكون الأضرار ijuries التى تظهر بثمار الفراولة إما من القطوع cuts، وإما من الخدوش bruises التى تحدث أثناء الحصاد أو النقل. تؤدى هذه الأضرار إلى تقاطر العصير الخلوى من الثمار، كما أنها تشكل منفذًا لإصابتها بالكائنات المسببة للأعفان.

وتحدث الخدوش بالثمار عند إسقاطها من ارتفاع يزيد عن ٨ سم على سطح صلب، وخاصة عندما تكون الثمار باردة. كما تحدث عند كثرة الضغط عليها بين الأصابع أثناء الحصاد، وعند زيادة تعبئة البنتس عما ينبغى، وخاصة فى الثمار الدافئة؛ ولذا .. يفيد الحصاد أثناء انخفاض درجة الحرارة في تقليل هذه النوعية الأخيرة من الأضرار.

الإصابة بالأعفان

يعتبر العفن الرمادى grey mold الذى يسببه الفطر *Botrytis cinerea* أكثر الأعفان انتشارًا وأهمية وأكثرها إحداثًا للخسائر بعد الحصاد فى حرارة التخزين المنخفضة، ناهيك عن أضراره الجسيمة في حرارة التخزين المرتفعة.

وفي حرارة ١٠°م أو أعلى من ذلك يمكن أن تنتشر – كذلك – الإصابة بعفن ريزوبس Rhizopus الطرى فى خلال يوم واحد أو يومين.

قد تبدو إصابات البوتريتس السابقة للحصاد كبقع ثمرية صغيرة، سريعًا ما تكبر فى الثمار الناضجة، لتنتشر فى كل أجزاء الثمرة والثمار المجاورة لها من العبوة بعد الحصاد.

ويمكن أن يصيب فطر البوتريتس الأزهار ويبقى ساكنًا بها إلى ما بعد عقد الثمار وحتى نضجها، حين يبدأ نشاطه المرضى، كما يمكن أن يصيب الفطر الثمار من خلال الجروح أثناء نضجها وتداولها. وينتشر الغزل الفطرى السطحى من الثمار المصابة إلى الثمار المجاورة لها مكونًا ما يعرف بـ "العش" nest، الذى يزداد اتساعًا باستمرار. ويمكن للفطر أن يستمر في النمو على درجة الصفر المئوى، ولكن ببطه شديد مقارنة بنموه فى درجات الحرارة الأعلى من ذلك (عن Mitchell وآخرين ١٩٩٦).

وتفيد سرعة تبريد الثمار إلى الصفر المئوى – ثم المحافظة على سلسلة التبريد بعد ذلك – فى الحد من انتشار الإصابة بمختلف الأعفان أثناء التخزين المؤقت، والشحن، والعرض فى الأسواق.

معدل تنفس الثمار

تتميز ثمار الفراولة بمعدل تنفس عالٍ للغاية وتقدر كمية الطاقة الحرارية التى تنتج

عن تنفس طن واحد من ثمار الفراولة يوميًّا بحوالى ٣٣٠٠ وحدة حرارية بريطانية فى حرارة الصفر المئوى، ترتفع إلى ٤١٨٠٠ وحدة حرارية بريطانية فى حرارة ٢٧°م.

هذا .. ولاتحدث ظاهرة الكلايمكتيرك فى ثمار الفراولة أثناء نضجها، فقد وجد أن معدل تنفس الثمار المقطوفة والموضوعة أعناقها فى الماء لمنع جفافها انخفضت أثناء نضجها على ٢٠°م من ٢٤٠ ملليلتر من ثانى أكسيد الكربون لكل كيلو جرام من الثمار الخضراء فى الساعة إلى ٢٠ فى الثمار الوردية، وإلى ٢٥ فى الثمار الحمراء. وبالمقارنة .. كان معدل تنفس الثمار المقطوفة فى درجات مختلفة من النضج هو ٤٥ مل/كجم/ساعة فى الثمار الخضراء، مقارنة بنحو ٢٠ مل/كجم/ساعة فى الثمار الوردية، و ٣٠ مل/كجم/ساعة فى الثمار الحمراء القاتمة (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

إنتاج الثمار من الإثيلين

يعتبر إنتاج ثمار الفراولة من الإثيلين شديد الانخفاض حيث يتراوح بين ١٥، و ٨٠ نانوليتر لكل كيلو جرام من الثمار فى الساعة فيما بين مرحلتى اللون الأخضر والأحمر القاتم، على التوالى (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥).

كما لم تكن لمعاملة ثمار الفراولة بالإثيلين تأثيرًا يذكر على إنضاجها، وقد استعمل لهذا الغرض غاز الإثيلين حتى تركيز ٢٠٠ ميكروليتر/لتر، وغاز البروبلين حتى تركيز ٥٠٠٠ ميكروليتر/لتر، والإثيفون رشًا حتى تركيز ١٠٠٠ جزء فى المليون (عن Perkins-Veazie ١٩٩٥). وبذا .. فإنه لا يمكن حصاد الثمار قبل اكتمال تكونيها على أمل إنضاجها بالمعاملة بالإثيلين بعد الحصاد. هذا بالإضافة إلى أن زيادة تركيز الإثيلين عن ١٠ أجزاء فى المليون تحفز الإصابة بالعفن الرمادى، كما قد تؤدى إلى التواء وانحناء أوراق كأس الثمرة (عن Mitchell وآخرين ١٩٩٦).

موسم الحصاد ودورات الإنتاج

على الرغم من أن إنتاج بعض المزارع الخاصة من بعض الأصناف الشديدة التبكير يمكن أن يبدأ فى أواخر شهر أكتوبر، إلا أن غالبية المزارع لا يبدأ إنتاجها من الفراولة قبل منتصف شهر نوفمبر. يكون الإنتاج شديد الانخفاض فى البداية، ولا يتعدى –

غالبًا - ٣٠٠ كجم للقدان حتى آخر شهر نوفمبر، ثم يزداد معدل الإنتاج سريعًا إلى أن يصل إلى قمة الدورة الأولى من الإنتاج، ويكون ذلك ما بين ١٥ ديسمبر وآخر يناير حسب الصنف ومدى تبكيره فى الإنتاج. يعقب ذلك فترة ينخفض فيها معدل الإنتاج تدريجيًا إلى أن يصل إلى أقل معدل له لمدة تمتد حوالى أسبوعين خلال شهر فبراير. ومع بداية شهر مارس يزداد معدل الإنتاج بشدة مرة أخرى إلى أن يصل إلى أقصى معدل له - على امتداد الموسم كله - خلال النصف الثانى من شهر مارس، ويلى ذلك انخفاض الإنتاج مرة أخرى إلى أن يتوقف تمامًا - أو يصبح الحصاد غير اقتصادى - فى منتصف شهر مايو.

وجدير بالذكر أن أسعار الفراولة فى أسواق التصدير الأوروبية لا تكون مرتفعة قبل منتصف شهر نوفمبر، إلا أن البداية المبكرة للحصاد فى أواخر أكتوبر أو أوائل نوفمبر يجعل المزرعة فى أوج إنتاجها حينما ترتفع أسعار التصدير خلال النصف الثانى من شهر نوفمبر.

ويمر الصنف سويت تشارلى - وهو من أكثر الأصناف المزروعة محليًا تبكيرًا - بثلاث دورات للإنتاج عند زراعته بالطريقة الفرش، كما يلى:

الدورة الأولى، وهى تمتد من حوالى منتصف نوفمبر إلى منتصف يناير، وتبلغ أوجها فى منتصف شهر ديسمبر.

الدورة الثانية، وهى تمتد من حوالى منتصف شهر يناير إلى منتصف فبراير، وتبلغ أوجها فى آخر يناير، وهى أقل الدورات فى كمية المحصول.

الدورة الثالثة، وهى تمتد من حوالى منتصف فبراير إلى آخر مارس، وتبلغ أوجها فى منتصف شهر مارس.

ويمكن أن يستمر الإنتاج بعد ذلك منخفضًا من أول أبريل حتى منتصف مايو.

ويكون توزيع إنتاج الصنف سويت تشارلى على مدى موسم الحصاد على النحو التالى:

الفترة	الإنتاج (% من المحصول الكلى)
النصف الثانى من نوفمبر	٨
النصف الأول من ديسمبر	١٦
النصف الثانى من ديسمبر	١٢
النصف الأول من يناير	١٠
النصف الثانى من يناير	٨
النصف الأول من فبراير	٨
النصف الثانى من فبراير	١٤
النصف الأول من مارس	١٦
النصف الثانى من مارس	٥
النصف الأول من أبريل	١
النصف الثانى من أبريل	١
النصف الأول من مايو	١

ويبين جدول (٩-١): توزيع الإنتاج فى صنفين آخرين من الفراولة، وهما سلفا وهو محايد للفترة الضوئية، وشاندلر وهو قصير النهار ومتأخر، وذلك عند زراعتهما بالطريقتين: الفريجو والفرش (عن Picha ١٩٩٧).

جدول (٩-١): مقارنة الإنتاج لصنفى الفراولة سلفا وشاندلر فى طريقتى الزراعة الفريجو والفرش (النسبة المئوية للإنتاج).

الشهر	سلفا		شاندلر	
	فريجو	فرش	فريجو	فرش
نوفمبر	—	٥	—	—
ديسمبر	—	١٠	—	٥
يناير	—	٢٠	—	١٠
فبراير	١٥	٢٠	٥	٢٥
مارس	٢٥	٢٥	٢٥	٣٠
أبريل	٣٥	٢٠	٣٥	٢٠
مايو	٢٠	—	٢٥	١٠
يونية	٥	—	١٠	—

الحصاد

الحصاد لأجل التسويق المحلى للثمار الطازجة

يكون الحصاد كل ٢-٥ أيام حسب درجة الحرارة، ويراعى أن يجرى فى الصباح الباكر، ولكن بعد زوال الندى من على النباتات حتى لا تنتشر الأمراض من النباتات المصابة إلى السليمة أثناء مرور العمال فى الحقل. تقطف الثمرة بجزء من العنق يبلغ طوله نصف سنتيمتر، ويجب ألا يحتفظ العامل بأكثر من ثمرتين فى يده أثناء الحصاد.

وتحصد الثمار - لأجل التسويق الطازج محليًّا - وهى ملونة بنسبة ٧٥٪ (ثلاثة أرباع تلوين)، أو كاملة التلوين، ويتوقف ذلك على درجة الحرارة السائدة، ومدى قرب الأسواق. فتزيد درجة النضج التى يجرى عندها الحصاد فى الجو البارد، وعند قرب الأسواق من منطقة الإنتاج. وبرغم أن الثمار التى تحصد - وهى فى مرحلة ربع، أو نصف تلوين - يكتمل تلونها فى حرارة ٢١°م، إلا أنها تكون أقل جودة. لذا .. فإنه لا ينصح بحصاد الثمار قبل وصولها إلى مرحلة ثلاثة أرباع التلوين.

تنقل الثمار بعد الحصاد مباشرة إلى مكان مظلل، حيث تستبعد الثمار المصابة بالأمراض حتى لا تفسد باقى الثمار فى العبوات، كما تستبعد الثمار الخضراء، والزائدة النضج، والمشوهة بشدة، ويلى ذلك تعبئة الثمار فى عبوات من عيدان الحناء، أو فى عبوات خشبية للسوق المحلى.

الحصاد لأجل تصدير الثمار الطازجة

أمور عامة تجب مراعاتها

إن من أهم الأمور التى تجب مراعاتها عند حصاد الفراولة لأجل التصدير، ما يلى:

١ - مراعاة جميع الأمور المتعلقة بالصحة العامة، والتى من أهمها ما يلى:

أ - ضرورة قيام جميع المشتغلين بعملية الحصاد بغسل أياديهم بصابون مضاد للبكتيريا anti bacterial soap قبل القيام بعملية الحصاد مباشرة، وكذلك بعد استعمال المراحيض، وبعد تناول الطعام، وبعد أى مرة تتلوث فيها الأيدى بأى طريقة كانت.

ب - ضرورة تقليم الأظافر مع تفريشها بالماء والصابون المضاد للبكتيريا.

جـ – ضرورة عدم ارتداء أى خواتم بالأصابع أثناء الحصاد لأن الميكروبات يمكن أن تتراكم تحتها.

تجفف الأيدى – بعد غسلها – بورق تنشيف نظيف، مع التخلص من الفوط الورقية فى سلة مهملات بلاستيكية ذات غطاء.

د – استعمال مناشف مضادة للبكتيريا لمسح الأيدى بها عندما يتطلب الأمر تنظيفها من أى أتربة أثناء عملية الحصاد.

هـ – إذا ظهر أثناء الحصاد أن عنق إحدى الثمار كان أطول عما ينبغي فإنه يتعين تقصيره إلى الطول المناسب باستعمال الأصابع، وليس بقرضه بالأسنان.

و – يجب عدم النفخ فى الثمار لإزالة الأتربة التى قد تكون عالقة بها، ويمكن أن يستعمل بدلاً من ذلك قطعة إسفنجية نظيفة تمرر على الثمرة برفق شديد حتى لا تجرح.

٢ – يجب أن يجرى الحصاد لأجل التصدير يوميًا، ويفضل أن يكون ذلك فى ساعات الصباح المبكرة قبل ارتفاع درجة الحرارة، حيث تكون حرارة الثمار مرتفعة؛ مما يجعلها عرضة للأضرار التى تنشأ عن عمليات التداول، وتتطلب وقتا أطول فى عملية التبريد الأولى لأجل التخلص من حرارة الحقل؛ مما يزيد من التكلفة، ويزيد من الفترة التى يرتفع فيها معدل تنفس الثمار إلى حين خفض حرارتها إلى الصفر المئوى.

٣ – هذا .. إلا أن الحصاد يجب ألا يبدأ قبل جفاف معظم الندى فى الصباح، ويعرف ذلك بمسح النباتات بالمرور عليها باليدين، فإذا تبين وجود كثير من البلل يتعين الانتظار لمدة حوالى ساعة قبل بدء الحصاد. وترجع أهمية هذه الخطوة إلى أنها تقلل من فرصة التصاق الرمل والتربة بالثمار وهى مبتلة.

٤ – تستخدم اليدان معًا فى مسح النباتات بحثا عن الثمار الصالحة للحصاد، وذلك أمر مهم لأن بعض الثمار التى يغطيها النمو الورقى لا يمكن رؤيتها إلا بهذه الطريقة.

٥ – يتعين عند الحصاد فحص كل نبات على حدة، مع التركيز فقط على نباتات

الخطين القريبين للقائم بعملية الحصاد التى تقع بين القوسين السلكين المحددين للمساحة التى جاء عليها الدور فى الحصاد.

٦ - تجب عدم محاولة الوصول إلى الثمار التى توجد فى الجانب الآخر من المصطبة بعد منتصفها، فسوف يقوم بحصادها عامل آخر. وتؤدى محاولة الوصول إليها إلى وضع القائم بالحصاد يده على البلاستيك ليستند عليه، وهذا يؤدى إلى تلوث الأيدى بالتراب؛ ومن ثم احتمال وصول الجراثيم إلى الثمار، كما أن الاستناد على البلاستيك بهذه الطريقة يمكن أن يؤدى إلى الإضرار بالنباتات والثمار وبالمصاطب ذاتها.

٧ - كذلك يجب عدم الاستناد على المصاطب بالركبة، أو السير عليها لأن ذلك يؤدى حتمًا إلى الإضرار بالمصاطب؛ مما يسبب مشاكل عند الحصاد.

٨ - يجب أن يضع القائم بعملية الحصاد قفازًا بلاستيكيًا فى جيبه لاستعماله عند الحاجة فى إزالة الثمار التى تكون فى مراحل متقدمة من العفن. وبعد استخدام القفاز فإنه يخلع بحرص ويلف جانبه الداخلى على جانبه الخارجى المتلوث ويوضع فى جيب القائم بعملية الحصاد لحين استعماله مرة أخرى.

٩ - إذا حدث وخطا أحد العمال على ثمرة فإنه يتعين إزالتها فى الحال لأنها إذا تركت فسوف تتعفن حتمًا، وتكون مصدرًا لانتشار العفن، ويراعى عند إزالة الثمار المتعفنة عدم ملامستها باليد.

١٠ - تجب كذلك إزالة الثمار المشوهة إذا أمكن التعرف عليها وهى صغيرة، وذلك حتى لا تستنفذ طاقة النبات فى تكوين ثمار غير مرغوب فيها. أما إذا لم يتم التعرف على هذه الثمار إلا فى مرحلة متقدمة من نموها، فإنه يفضل تركها لحين نضجها ثم حصادها للسوق المحلية.

١١ - يتم قطف الثمار بجزء من العنق يتراوح بين ٥، و ١٠ مم.

١٢ - تحصد ثمار التصدير إلى أوروبا وهى فى مرحلة ٧٥٪ تلوين مع حوالى ٢٥٪ أكتاف خضراء، وتستثنى من ذلك السوق الفرنسية التى تتطلب الحصاد فى مرحلة

٩٠٪ تلوين مع حوالى ١٠٪ أكتاف خضراء. أما ثمار الأصناف الصلبة مثل كاماروزا وسلفا فإنها تحصد وهى مكتملة التلوين.

١٣ – يراعى أن الثمار الزائدة النضج لا تتحمل عمليات التداول والشحن، وتكون هذه الثمار عند وصولها إلى أسواق التصدير طرية ولا تصلح للعرض بالأسواق.

١٤ – يجب توجيه جميع الثمار التى تفقد كؤوسها أثناء الحصاد، وتلك التى تكون زائدة النضج إلى خط محصول التصنيع.

١٥ – يجب ألا تقل نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى ثمار الفراولة المعدة للتصدير عن ٧٪، وذلك هو الحد الأدنى، ولكن النسب المرتفعة عن ذلك هى المفضلة. وفى الولايات المتحدة تُشترط نسبة مواد صلبة ذائبة كلية مقدارها ٩٪ فى ثمار الدرجة الأولى U. S. #1 .

١٦ – يجب ألا تتجاوز الفروق بين أقطار الثمار أكثر من ١٠ ملليمترات فى البنت الواحدة.

١٧ – يجب فحص الثمار بعد حصادها – وقبل وضعها فى البنتس – للتأكد من خلوها من البتلات الجافة تحت الكأس، والرمل، والحشرات، والأضرار الحشرية.

الحصاد مع التعبئة فى المحطات الحقلية

يراعى عند إجراء التعبئة فى المحطات الحقلية أن يكون حصاد محصول التصدير على النحو التالى:

١ – يفضل لأجل تسهيل عملية الحصاد استعمال عربة صغيرة ذات ثلاث عجلات لحمل الكراتين أو عبوات الحقل، ويتم سحب هذه العربات بين مصاطب الزراعة.

٢ – يتم قطف الثمار بالإمساك بعنق الثمرة (وليس بالثمرة ذاتها) بين السبابة والإبهام، بينما تكون الثمرة براحة اليد، ثم تلف الثمرة إلى أعلى حتى تنفصل بجزء من العنق يتراوح طوله بين ٠,٥، و ١,٠ سم، مع الكأس الأخضر. ويراعى ألا تتعرض الثمرة أثناء الحصاد لأى ضغط عليها، وإلا أدى ذلك إلى إحداث أضرار شديدة بها، وسرعة تغير لون الأنسجة المضارة.

٣ – توضع الثمار المقطوفة برفق فى عبوات الحقل دون إسقاطها، ويجب أن يتم ذلك أولاً بأول؛ فلا يجوز أبدًا الاحتفاظ بأكثر من ثمرتين فى راحة اليد، وألا تزيد فترة الاحتفاظ بهما عن ثوانٍ معدودة لحين وضعها فى عبوات الحقل.

٤ – تتكون عبوات الحقل من طاولات (صوانٍ) خشبية تبلغ أبعادها ٣٠ × ٤٠ سم وبعمق ٧ سم. يوضع فى قاع كل صينية منها رقيقة إسفنجية بسمك سنتيمتر واحد، لتقلل إصابة الثمار بالكدمات. ويعاب على هذه الرقائق الإسفنجية أنها تكون مصدرًا متجددًا لإصابة الثمار بمختلف الكائنات الدقيقة المسببة للأعفان، وتلك الضارة بصحة الإنسان؛ ولذا .. يفضل استبدالها بشرائح بلاستيكية ذات فقعات هوائية ليسهل تنظيفها، مع وضعها بحيث يكون جانب الشريحة الذى تبرز منه الفقاعات إلى أسفل.

٥ – يجب عدم ملئ العبوات الحقلية عما ينبغى لأن ذلك يزيد كثيرًا من حالات الأضرار الميكانيكية، مثل الخدوش السطحية والتهتك السطحى للأنسجة.

الحصاد مع التعبئة الحقلية

تعرف عملية الحصاد مع التعبئة الحقلية باسم field packing، وهى تعد ضرورة حتمية إذا أريد للمنتج المصرى من الفراولة أن يكون منافسًا قويًّا للمحصول المنتج من الدول الأخرى المنافسة فى أسواق التصدير العالمية؛ ذلك لأن التعبئة الحقلية تعنى تداول الثمار يدويًّا مرة واحدة، وقلة تعرضها للإصابة بالكدمات، وسرعة تبريدها أوليًّا؛ الأمر الذى يعنى زيادة قدرتها التخزينية مع احتفاظها بجودتها لفترة أطول عما فى حالة التعبئة فى المحطات الحقلية.

تعتمد عمليتا الحصاد والتعبئة الحقلية على توفر عربة خاصة حقلية تُصنَّع محليًّا، ويتم جرها يدويًّا بين مصاطب الزراعة.

تصنع عربة الحصاد الحقلية من أسياخ حديدية دائرية المقطع، وعجلات كبيرة نسبيًّا تسمح بسهولة حركتها، علما بأن حركة العربة تكون أسهل بكثير عند سحبها وليس عند دفعها. ويوجد بالعربة حلقة لوضع كيس القمامة، ومكان لوضع صندوق بلاستيكى توضع فيه البنتس punnets التى توضع فيها الثمار التى يتم قطفها من الرتبتين السوبر (الإكسترا) والأولى، ومكان آخر بمقدمة العربة لوضع صندوق آخر توضع

فيه ثمار الرتبة الثانية، ويد لسحب العربة، ويوضع فى قاع العربة صندوق آخر لتجميع الثمار التى توجه للسوق المحلى، ويوضع بقاع هذا الصندوق شريحة من البلاستيك ذات فقعات هوائية، وذلك أدعى للنظافة من استعمال رقائق الإسفنج.

يخصص كيس القمامة لوضع الثمار المصابة بالأعفان، وكذلك الثمار غير المكتملة النمو التى تقطف مبكرًا لأنها تكون مشوهة وغير منتظمة الشكل، ومختلف البقايا الأخرى.

تستعمل عادة البنتس العميقة التى تتسع لطبقتين من الثمار لتعبئة ثمار الرتبتين الأولى والثانية، بينما تستعمل البنتس المسطحة التى تتسع لطبقة واحدة من الثمار لتعبئة ثمار رتبة السوبر. وجميعها تتسع لما مقداره ٢٥٠ جم من الثمار. هذا علمًا بأن البنتس المسطحة تطلبها – عادة – محلات السوبر ماركت الأوروبية.

يجب عند وضع شريحة البلاستيك ذات الفقعات الهوائية فى قاع البنتس (وهى مطلوبة فى الأسواق الأوروبية) أن يكون الجانب الذى تبرز منه الفقعات إلى أسفل فى البنت؛ فذلك يسمح بانسياب التيار الهوائى – عند التبريد – أسفل الثمار، ويقلل من احتمال الإضرار بها. وتلعب هذه الوسائد البلاستيكية دورًا هامًا فى تقليل الأضرار الميكانيكية التى يمكن أن تحدث بالثمار أثناء الشحن.

يفضل رص صندوقين أو ثلاثة صناديق بلاستيكية فوق بعضها البعض على عربة الحصاد الحقلى لأجل زيادة كفاءة عملية الحصاد؛ حيث لايحتاج القائمين بالحصاد إلى العودة كل فترة للتزود بهذه الصناديق. وبمجرد امتلاء الصناديق فإنها تنقل إلى مكان التجميع الحقلى بمعرفة شخص آخر يقوم – كذلك – بتزويد القائم بالحصاد بمزيد من الصناديق.

يجب أن يخصص لكل خط عامل واحد يقوم بحصاده.

يتم الاسترشاد بالأقواس السلكية التى تحمل الغطاء البلاستيكى فى معرفة نهاية الجزء الذى تم حصاده من الخط، مع التركيز فى عملية الحصاد على نباتات الخط التى توجد بين قوسين.

يقف القائم بعملية الحصاد بين مصطبتين، ويركز جهده على الخطين القريبين منه

فقط فى كل مصطبة عن يمينه ويساره، فينتهى أولا من حصاد جميع النباتات التى تقع فى الخطين القريبين منه بين القوسين السلكيين اللذان انتهى عندهما الحصاد، ثم يستدير إلى الخلف ليقوم بحصاد النباتات التى تقع فى المصطبة الأخرى فى الخطين القريبين منه بين القوسين السلكيين اللذان انتهى عندهما الحصاد. ويلى ذلك سحب عربة الحصاد الحقلى لتكون فى متناول اليد عند تكرار العملية بين قوسين سلكيين آخرين. هذا ويترك خطا النباتات على الجانب الآخر من كل من المصطبتين ليقوم بحصادها عاملين آخرين.

يتم الحصاد بالإمساك بالثمرة بين السبابة والإبهام، مع جعل ظهر الإبهام موجهًا للقائم بالحصاد، وبالضغط على العنق يتم قطعه بحركة سريعة إلى أعلى بالسبابة وإلى أسفل بالإبهام. وهذه الحركة تؤدى إلى قصف عنق الثمرة بسهولة وبالطول المرغوب فيه.

وبعد الحصاد لا يتم تداول الثمرة إلا من ساقها.

توضع الثمرة برفق فى البنت الخاصة بالرتبة المناسبة لها، على أن تكون ساقها إلى أسفل وقمتها إلى أعلى مع مراعاة ألا يخترق ساق الثمرة الثمرة المجاورة لها.

يجب توخى الحذر التام عند الرغبة فى تعديل وضع الثمار بالبنت لأجل تحسين وضعها أو لأجل إضافة المزيد من الثمار إليها بغرض الوصول بها إلى الوزن المطلوب. وإذا ما تطلبت الضرورة القصوى إجراء هذا التعديل فإنه يجب تداول الثمار برفق شديد، مع عدم دفعها عنوة فى البنت وإلا حدثت بها خدوش وتهتكات تقلل كثيرًا من قدرتها التخزينية، وتعرضها للإصابة بالأعفان.

إذا لوحظ وجود ثمار مقطوفة على المصاطب فإنه تجب إما إزالتها والتخلص منها بوضعها فى كيس القمامة، وإما وضعها فى الصندوق المخصص للتسويق المحلى إن كانت بحالة جيدة.

تجب دائمًا إزالة أى ثمرة يعثر عليها تكون مصابة بالعفن، ووضعها فى كيس القمامة. وإذا كان العفن مايزال فى مراحله الأولى فإنه يمكن التخلص من الثمرة دون أن تلامس يد القائم بالحصاد الجزء المتعفن من الثمرة، أما إذا كان العفن فى مرحلة

متقدمة بحيث يصعب التخلص من الثمرة دون ملامسة الجزء المتعفن منها، فإنه يتعين استعمال القفازات أو المناديل الورقية فى الإمساك بالثمرة.

ومن أهم مزايا التعبئة الحقلية إجراء عمليات الفرز والتدريج والتعبئة فى آن واحد، فتقل بذلك عمليات التداول، وتقل معها احتمالات تعرض الثمار للإصابة بالخدوش والكدمات. ويتم أثناء الفرز استبعاد الثمار المصابة ميكانيكيًا أو مرضيًا، والثمار المصابة بلفحة الشمس، وتلك التى تظهر بها آثار تغذية الحشرات، والمشوهة، والطرية، والزائدة النضج، والتى فقدت كأسها، والمتشققة، والمجروحة، والصغيرة الحجم، وغير الناضجة.

عند إجراء التعبئة الحقلية فإن متوسط إنتاج العامل أو العاملة يجب أن يكون فى حدود ٢٤–٣٢ بَنِتْ punnet – أو حوالى ٣ إلى ٤ كرتونات – من الفراولة يوميًا، وذلك من كل فئات المحصول: السوبر، والدرجتين الأولى والثانية. وبالمقارنة .. فإن متوسط إنتاج العامل الواحد بطريقة التعبئة العادية فى محطات التعبئة (مع أخذ كل عمليات الحصاد والتداول فى الاعتبار) يتراوح بين ٤، و ٦ كرتونات يوميًا.

الحصاد لأجل التصنيع

يجرى الحصاد لأجل التصنيع عندما تكون الثمار مكتملة التلوين، وهى مازالت صلبة، ويزال منها الكأس وعنق الثمرة فى الحقل (Welch وآخرون ١٩٨٢).

الحصاد الآلى

جرت محاولات عديدة لتطوير آلات لأجل حصاد ثمار الفراولة الخاصة بمحصول التصنيع آليًا، وذلك فى كل من ولايتى أركنسا Arkansas وميتشجان Mitchigan الأمريكيتين، وفى إيطاليا، والدانمرك، وبريطانيا، وكندا. وقد صممت أول آلة حصاد لهذا الغرض فى جامعة أركنسا فى عام ١٩٦٧، ثم طورت كثيرًا بعد ذلك. وتعتمد فكرة الحصاد فى جميع الآلات التى صممت على نزع الثمار من النباتات بواسطة أصابع تمر خلال النموات الخضرية، ثم فصل الثمار عن البقايا النباتية الأخرى أثناء مرورها على أجزاء الآلة.

ويعتمد عمل هذه الآلات على زراعة الفراولة فى خط واحد أو خطين بالمصطبة، ثم

قيام الآلة بحصاد جميع الثمار مرة واحدة. ولهذا السبب يفضل إجراء الحصاد اليدوى مرة أو مرتان قبل مرور الآلة. وتشكل الثمار الخضراء - التى تحصد تلقائيًّا مع الثمار الناضجة - أكبر المشاكل لأنها تقلل من جودة المنتج المصنع، بينما لا يمكن التخلص منها بعد الحصاد. ولكن يعتقد بأن الأصناف ذات الثمار الغنية بالأنثوسيانين يمكنها أن تتحمل وجود نسبة تصل إلى ٥٠٪ من الثمار غير المكتملة التكوين فى المربى التى تُصنَّع منها.

وحتى عام ١٩٩٩ لم يكن موجودا سوى آلة واحدة تعمل تجاريًّا فى الحصاد الآلى لمحصول التصنيع، وذلك فى ولاية أوريجون الأمريكية (Morris ١٩٩٩).

ويذكر Smith (١٩٨٦) أنه أمكن حصاد الفراولة آليًّا لأجل التصنيع، مع تخزينها فى درجة حرارة ١°م لمدة ٤-٦ أيام فى المخازن المبردة العادية، أو لمدة ٦-٨ أيام عند إجراء تبريد أولى للثمار بطريقة الدفع الجبرى للهواء البارد بعد الحصاد مباشرة، علمًا بأنه لم يحدث نتيجة لذلك أى فقد فى نوعية الثمار المعدة للتصنيع. ويعد تخزين الثمار التى تحصد آليًّا أمرًا ضروريًّا، وذلك لأن الحصاد الآلى يساعد على زيادة كمية المحصول التى يمكن أن تورد لمصانع الحفظ لأجل تصنيعها.

أما بالنسبة لمحصول الاستهلاك الطازج .. فلا أحد يفكر - بطبيعة الحال - فى حصاده آليًّا - على الأقل فى الوقت الحاضر - نظرًا لأن هذه العملية تدمر النباتات، وتودى بصفات الجودة، وتقضى على قدرة الثمار على التخزين.

عمليات التداول السابقة للتبريد الأولى

تختلف عمليات التداول السابقة للتبريد الأولى فى حلة التعبئة فى المحطات الحقلية عما فى حالة التعبئة الحقلية عند الحصاد.

تعتبر ثمار الفراولة أكثر الخضر تعرضًا للتلف والتدهور السريع إن لم يتم التخلص من حرارة الحقل بأقصى سرعة ممكنة بعد الحصاد مباشرة. ويقدر الضرر (التدهور فى النوعية) الذى يحدث للثمار فى ساعة واحدة - وهى على درجة ٣٠°م - بما يعادل الضرر الذى يحدث لها خلال أسبوع كامل من التخزين على درجة الصفر المئوى. لذا .. فإنه يتحتم اتخاذ الإجراءات التالية:

١ – وضع الثمار التى يتم حصادها فى الظل أولاً بأول، مع حمايتها من الرياح الساخنة والأمطار، علمًا بأن الثمار التى تتعرض للشمس ترتفع حرارتها كثيرًا عن حرارة الهواء المحيط بها.

٢ – نقل الثمار التى يتم حصادها أولاً بأول إلى محطة التعبئة الحقلية.

٣ – يجب أن تكون محطة التعبئة فى مكان قريب من الحقل بحيث يمكن أن تنقل إليها الثمار بسرعة وسهولة، وأن تتحرك الثمار بعد ذلك بسهولة إلى التبريد الأولى، ثم إلى التخزين المؤقت لحين شحنها.

وعندما تكون التعبئة فى المحطة الحقلية، فإنه تجرى العمليات التالية:

١ – يتم فرز الثمار من الصوانى الخشبية (عبوات الحقل)؛ فتستبعد الثمار المشوهة، والمصابة بالأمراض، وغير الكاملة التلقيح، والمجروحة، والمأكولة أجزاء منها بفعل الديدان أو الطيور.

٢ – توضع ثمار الدرجات السوبر، والأولى، والثانية فى البنتس punnets الخاصة بها برفق بعد مسحها بعناية فائقة إما بفرشاة جافة أو بريشة نظيفة، وبعد تهذيب العنق ليصبح بالطول المناسب وهو ٠,٥–١,٠ سم.

٣ – تمسك الثمار دائمًا من العنق، وتوضع فى البنتس بحيث تكون قمتها إلى أعلى، ومع مراعاة عدم زيادة التعبئة فى البنتس عما ينبغى لكى لا تحدث كدمات بالثمار من جراء انضغاطها.

أما عندما تكون التعبئة قد أجريت فى الحقل أثناء الحصاد، فإنه تجرى العمليات التالية:

١ – تنقل البنتس والكراتين سريعًا إلى محطة الفحص الحقلية لإعادة فحصها ووضع الغطاء عليها. ويتعين وضع نظام لنقل المحصول الذى يتم حصاده أولاً بأول، وعلى فترات منتظمة، من الحقل إلى محطة الفحص الحقلية.

٢ – تكون أولى الخطوات بعد وصول المحصول إلى محطة التعبئة هى صف الكراتين فى مكان يكون جيد الإضاءة، وتتراوح حرارته بين ٧، و ١٠°م. ومن الطبيعى أن يقوم العاملون فى هذا المكان بارتداء ملابس ثقيلة لكى يتمكنوا من الاستمرار فى العمل تحت هذه الظروف.

٣ – يلى ذلك تحريك الكراتين يدويًّا أو بالاستعانة بسير متحرك إلى مكان التدريج والوزن، حيث يتم فحص كل بنت على حدة والتأكد من مطابقة الثمار بها لصفات الجودة الخاصة بكل رتبة، وقد يتطلب الأمر استبدال ثمرة أو أكثر فى العبوة بثمار أخرى.

وسواء أجريت التعبئة حقليًّا، أو فى المحطة الحقلية، فإن الخطوات التالية تكون كما يلى:

١ – يتم وزن البنتس على ميزان رقمى إلكترونى ذات حساسية جرام واحد أو جرامين، ويجب أن يتراوح الوزن الصافى للثمار بالبنت بين ٢٦٠، و ٢٦٥ جم لكى لا يقل وزنها عند الوصول للمستهلك عن ٢٥٠ جم. وفى الوقت ذاته لاتجب زيادة الوزن الصافى للثمار عن ٢٦٥ جم لأن ذلك يعنى تصدير نسبة من المحصول قد تصل إلى ١٠٪ بلا مقابل، كما أن زيادة تعبئة البنتس عما ينبغى قد يؤدى إلى انضغاط الثمار وتجريحها.

٢ – يلى ذلك وضع الغطاء على البنت، ووضعها فى مكانها بالكرتونة.

٣ – تكون أبعاد الكراتين – عادة – ٤٠ × ٦٠ سم، وتتسع كل منها لثمانى بنتس سعة كل منها ٢٥٠ جم، أى يكون الوزن الصافى للثمار بالكرتونة ٢ كجم.

٤ – يعقب ذلك تحزيم (شمبرة) كل أربع كراتين معًا لأجل تبريدها أوليًّا، ولتسهيل تداولها ووضعها فى بالتات بعد ذلك.

عبوات الفراولة

عبوات المستهلك: "البنتس Punnets"

تعرف عبوات المستهلك التى تعبأ فيها ثمار الفراولة باسم "بَنِتسْ" punnets (ومفردها بَنِتْ punnet)، وهى عبوات بلاستيكية شفافة ذات غطاء، تتسع إما لربع كيلوجرام (فى طبقة واحدة، أو أكثر من طبقة)، وإما لنصف كيلو جرام من الثمار. وتتطلب بعض محلات السوبر ماركت (مثل ماركس آندسبنسر) بنتس تتسع لما مقداره ٢٢٧ جم (½ رطل) من الثمار.

ويفضل عدم استعمال البنتس التى تتسع لربع كيلو جرام من الثمار إلا عند

استخدامها فى تعبئة الثمار المتوسطة الحجم مع إرسالها إلى محلات السوبر ماركت مباشرة. أما عند تعبئة ثمار كبيرة الحجم، أو عند تعبئة ثمار من أى حجم لأجل أسواق البيع بالجملة wholesale markets فإنه يفضل استعمال البنتس التى تتسع لنصف كيلو جرام من الثمار. ويعيب البنتس الصغيرة صعوبة استعمالها فى تعبئة الوزن المطلوب من الثمار الكبيرة، بينما لا يكون من المناسب تعبئة خليط من الثمار الكبيرة والصغيرة معًا فى العبوة الواحدة.

ومن أهم خصائص البنتس punnets، ما يلى:

تتميز البنتس بوجود فتحات دائرية أو طولية من جميع الجوانب فى الجزءين العلوى والسفلى من كل جانب، وكذلك من القاع والغطاء حتى يمكن تبريد الثمار بكفاءة. وبغير هذه الفتحات فإن الهواء البارد الذى يستخدم فى عملية التبريد الأولى يقوم بتبريد البنتس ذاتها وليس الثمار. ومع انطلاق بخار الماء من الثمار الدافئة فإنه سريعًا ما يتكثف على الجدر الداخلية للبنتس التى تكون باردة، ليتجمع فى قطرات صغيرة من الماء، تشكل بدورها أفضل الظروف لنمو الفطريات المسببة للأعفان، ويحدث ذلك لأن الثمار تكون دافئة نسبيًّا بسبب عدم انسياب الهواء البارد بكفاءة إلى داخل العبوات.

تسمح الفتحات التى توجد على جوانب البنتس بمرور الهواء البارد بداخلها وحول الثمار أثناء إجراء عملية التبريد الأولى بطريقة الدفع الجبرى للهواء. أما فتحات القاع والغطاء فإنها تسمح باستمرار انسياب الهواء البارد داخل البنتس أثناء الشحن البرى (وأثناء النقل البرى بعد الشحن الجوى) فى الحاويات التى يستخدم فيها نظام دفع الهواء البارد من القاع bottom air delivery refer-containers. ولهذا السبب .. يتعين عدم وضع وسادة بلاستيكية فى قاع البنتس، على أن يوضع – كبديل لها – شريحة بلاستيكية ذات فقاقيع هوائية، وعلى أن يكون قاع البنتس مضلعًا ليسمح بتجمع الماء المتكثف بعيدًا عن الثمار (Zagory ١٩٩٨).

يجب أن يكون السطح الداخلى للبنتس خاليًّا من البروزات والحواف الحادة، كما يجب ألا تكون البنتس عميقة أكثر من اللازم لتخفيف ضغط الثمار العليا على الثمار السفلى فى البنت أثناء الشحن.

ويجب أن تكون البنت على قدر كاف من المتانة بحيث تتحمل عمليات الشحن والتداول والعرض بالأسواق ولاتنهار على الثمار بداخلها.

ويتطلب المستوردون الأوروبيون وضع وسادة بلاستيكية ذات فقاعات هوائية في قاع البنتس، لأجل حماية الثمار من الكدمات، ولكنها تسد كذلك فتحات التهوية التي توجد في قاع البنتس.

ويعد البوليثيلين تيرى فثاليت polyethylene terephthalate (اختصارًا: PETE) أفضل لتصنيع البنتس عن الـ oriented polysterene (اختصارًا: OPS).

ومن أهم صفات البنتس punnets الجيدة، ما يلي:

١ – أن تحتوى على فتحات كبيرة في الغطاء تسمح برؤية الثمار جيدًا بداخلها.

٢ – أن تكون شفافة تمامًا.

٣ – أن يسمح تصميمها برصها فوق بعضها البعض عند عرضها في محلات السوبر ماركت.

٤ – أن تكون متينة ولاتنهار من أى ضغط خفيف عليها أو عند رصها.

٥ – أن يكون غطاؤها محكم الإغلاق فلا ينفتح بسهولة أثناء الشحن.

٦ – أن تكون تضليعاتها (التي يكون الهدف منها تقوية البنتس وعمل مجار للرطوبة الحرة التي يمكن أن تتكثف بالقاع) غير حادة حتى لا تؤدى إلى تجريح الثمار.

٧ – أن تكون فتحاتها مناسبة تمامًا لعملية التبريد الأولى بطريقة الدفع الجبرى للهواء.

٨ – أن تسمح أبعادها بوضعها في طبقة واحدة أو طبقتين بالكراتين مع إحكام رصها وعدم ترك فراغات بالكرتونة التي يراعى فيها أن تكون مناسبة تمامًا للباليتات دون زيادة أو نقصان.

٩ – أن يكون تصنيعها من مادة يمكن إعادة تدويرها recyclable material لأجل حماية البيئة، علمًا بأنها تصنع – عادة – من الـ PET، والـ PP، والـ PS.

ومن أهم الشركات التى تقوم بتصنيع البنتس، ما يلى:

الشركة	الدولة
Tenneco Packaging	الولايات المتحدة وكندا
Sambrailo Packaging	الولايات المتحدة
Monte Packaging	الولايات المتحدة
Ultra Pac	الولايات المتحدة
Estman Link	الولايات المتحدة
Dolphin Packaging	المملكة المتحدة
Infia Campany	إيطاليا
Autobar	إسبانيا

الكراتين

تستخدم – عادة – فى تعبئة محصول الفراولة كراتين تبلغ أبعادها ٤٠ × ٦٠ سم، تتسع لثمانى بنتس punnets عميقة يعبأ بكل منها ٢٥٠ جم من الثمار، أى تعبأ الكرتونة بما مقداره ٢ كجم من الثمار.

وتصمم كراتين الفراولة التى تستخدم فى تصدير المحصول بحيث تناسب عملية التبريد الأولى، ويتطلب ذلك ضرورة أن تسمح الفتحات التى توجد بها – والتى تشكل مالايقل عن ٥٪ من مساحة الجوانب – بمرور الهواء فى اتجاه مساره الجبرى، ويتم ذلك بعمل فتحات فى الجوانب الطولية للكراتين تكون مواجهة للفتحات التى توجد بجوانب البنتس. كما يجب توفر ثقوب بامتداد القاع فى الجوانب الطولية للكراتين لكى تسمح بمرور الهواء البارد من خلال الفتحات التى توجد بقاع البنتس.

ويجب أن تكون الكراتين قوية بدرجة تمنع انهيارها تحت ظروف الضغط العالى عليها (كما يكون عليه الحال بالنسبة للكراتين التى تقع بالطبقات السفلى من البالتة) مع الرطوبة العالية جدًّا (٩٠–٩٥٪) التى يجب أن تتوفر أثناء التخزين والشحن. ويفضل ألا تقل قدرتها على تحمل الضغط عن ٢٥٠ رطل على البوصة المربعة، أى حوالى ١٧,٦ كجم على السنتيمتر المربع، أو حوالى ١٧٢٤ كيلو باسكال kPa.

ولذا .. يتعين أن تضع الكراتين من ورق بكر virgin لم يسبق استعماله من قبل ثم أعيد تدويره، وأن يكون ورق الكرتون مموج corrugated، وذات طبقة رابطة داخلية internal bond قوية وقليلة التشرب بالماء. كما يجب أن يكون الغراء المستعمل فى لصق طبقات الكرتون مقاوم للرطوبة لمنع انفصالها عن بعضها البعض.

ونظرًا لأن جوانب الكرتونة تكثر بها الفتحات؛ لذا فإنها لا تُسهم كثيرًا في دعم متانتها؛ ومن ثم يتعين دعم الأركان، خاصة وأنها تتحمل معظم الأثقال، حتى لا تنهار الكراتين السفلى تحت ضغط الكراتين التى توجد أعلاها فى الرصة.

ويجب تصنيع الجانبين القصيرين من الكراتين من طبقة مزدوجة من الكرتون لتُكسب الكرتونة متانة إضافية تمنع انهياريها، ويعد ذلك ضروريًّا لأن بعض الكراتين لابد وأن توجد فى قاع رصة بارتفاع ١٠-١٢ كرتونة. ويؤدى عدم قدرة الكراتين السفلى على تحمل الضغط الواقع عليها إلى انهيارها، ومن ثم ميل باقى الرصة أو سقوطها؛ الأمر الذى يسبب أضرارًا كبيرة للثمار التى توجد بداخلها.

كما يجب أن تكون الكراتين عميقة بالقدر الذى يكفى لوجود مسافة ١٠-١٥ مم من الفراغ أعلى البنتس حتى لا ترتكز الكراتين العليا على البنتس التى توجد أسفل منها؛ فالكرتونة هى التى يجب أن تحمل تلك الأثقال، خاصة وأنه كثيرًا ما تنبعج الكراتين الضعيفة أثناء الشحن والتداول؛ مما يؤدى إلى الضغط على البنتس فى الكراتين التى توجد أسفل منها.

ويتعين أن تكون الكراتين التى تستعمل فى تصدير الفراولة ذات بروزات من أعلى فى أجزاء من جدرانها يقابلها فتحات من أسفل؛ بما يسمح بتثبيت الكراتين فوق بعضها البعض عند رصها فى البالتات.

عمل البالتات Palletization

توضع كراتين الفراولة فى بالتات pallets على قاعدة خشبية تعرف باسم pallet، وذلك لتسهيل تحريك أعداد كبيرة من الكراتين - فى صورة بالتات - باستعمال الرافعات الشوكية forklifts. هذا .. إلا أنه قد يكتفى بتحزيم كل أربع كراتين فقط معًا.

ويعد ثبات البالتات أمرًا هامًّا وحيويًّا فى شحنات الفراولة؛ ولذا يتعين تثبيتها بطريقة مناسبة، مثل: التحزيم strapping، واللف فى غشاء مطاطى stretch film، واستعمال جريد الأركان corner strips.

ومن الضرورى عدم زيادة حجم البالتة عما ينبغى، كما لا يجب أبدًا بروز الكراتين عن حواف البالتة، علمًا بأن أبعاد البالتة الأوروبية القياسية هى ١٠٠ × ١٢٠ سم.

وتوضع على قمة البالتة شريحة من الخشب أو الكرتون المقوى - بها فتحات للتهوية - بهدف إحكام تحزيم الكراتين فى البالتة.

سلسلة التبريد وأهميتها

يعنى بسلسلة التبريد cold chain بقاء المنتج (ثمار الفراولة المعبأة) فى حرارة منخفضة تتراوح بين صفر، و ١°م من وقت التبريد المبدئى إلى حين وصوله إلى المستهلك، مرورًا بمراحل التخزين المؤقت، والنقل، والشحن، والتسويق، وما يتطلبه ذلك من تحميل المحصول فى مكان مبرد، وتبريد الشاحنة قبل تحميل المحصول فيها، والمحافظة على حرارة الشاحنة منخفضة أثناء النقل إلى الميناء الجوى، وفى الميناء الجوى ذاته، واستخدام مكان مبرد لتفريغ الشاحنات، وأثناء الشحن الجوى، وأثناء النقل البرى بعد ذلك لحين الوصول إلى أماكن التخزين المؤقت، ثم أثناء النقل إلى الأسواق. كما يجب أن يعرض المحصول للبيع فى حرارة منخفضة كذلك، ولكنها تكون - عادة - فى حدود ١٠°م.

وقد أوضحت عديد من الدراسات أن شدة تدهور ثمار الفراولة تتناسب طرديًّا مع فترة تعرض الثمار للحرارة المرتفعة، مع تأثير قليل فقط للتغيرات الحرارية - بالارتفاع والانخفاض - خلال فترة التعرض للحرارة العالية؛ بمعنى أن ثمار الفراولة يجب إعادة تبريدها سريعًا فى كل مرة تكتسب فيها حرارة جديدة. وعلى الرغم من أن بخار الماء يتكثف على الثمار فى كل مرة ترتفع فيها حرارة الثمار إلا أن الإصابة بالأعفان التى قد تنجم عن ذلك - على الرغم من خطورتها - أقل من الأضرار التى يمكن أن تحدث عند عدم إعادة تبريد الثمار. وعلى الرغم من أنه يفضل - دائمًا - المحافظة على سلسلة التبريد، إلا أن أى تبريد - ولأى فترة - يعد مفيدًا، ويتبين ذلك من جدول (٩-٢).

جدول (٩-٢): تأثير التغيرات الحرارية التى تتعرض لها ثمار الفراولة خلال ٤٨ ساعة من الحصاد على جودتها (عن Mitchell وآخرين ١٩٩٦).

المعاملة	حالة الثمار (٪)		
	جيدة	طرية	متعفنة
٤٨ ساعة على ٥°م	٩٥	٤	١
٢٤ ساعة على ٥°م، ثم ٢٤ ساعة على ٢٠°م	٧٦	١٠	١٤
١٢ ساعة على ٥°م، ثم ١٢ ساعة على ٢٠°م ثم ١٢ ساعة على ٥°م، ثم ١٢ ساعة على ٢٠°م	٧٠	٧	٢٣
٤٨ ساعة على ٢٠°م	٤٤	١	٥٥

ومع الحرارة المنخفضة التى يتعين المحافظة عليها أثناء سلسلة التبريد، فإن الرطوبة النسبية تجب المحافظة عليها – كذلك – بين ٩٠٪، و ٩٥٪، ويفضل أن تكون بين ٩٥٪، و ٩٨٪، وخاصة أثناء التخزين المؤقت للمنتج قبل النقل، وقبل التسويق.

وإذا ما أجرى الحصاد بطريقة مناسبة، وتمت عمليات التداول والتعبئة حسب الأصول الموصى بها، وتم الانتهاء من تبريد المحصول أوليًّا إلى درجة صفر-١°م فى خلال ساعتين من الحصاد كحد أقصى، وحوفظ على سلسلة التبريد بصورة تامة .. فإن ثمار الفراولة يمكنها الاحتفاظ بكامل جودتها ورونقها لمدة ٧ أيام بخلاف يومين آخرين للعرض بالأسواق.

ويمكن بإبقاء المنتج فى جو هوائى معدل ترفع فيه نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ١٠٪-٣٠٪ – مع المحافظة على سلسلة التبريد .. يمكن بذلك احتفاظ ثمار الفراولة بكامل جودتها ورونقها لمدة ١٠-١٤ يومًا بخلاف يومين آخرين للعرض بالأسواق.

وتنخفض فترة احتفاظ الفراولة بجودتها بالانحراف عن شروط الحصاد والتداول الموصى بها، وتزداد سرعة تدهور الثمار بزيادة الانحراف عن الظروف المثلى.

وعمومًا .. فإن فترة احتفاظ الفراولة بجودتها أثناء الشحن والتخزين تتراوح – تحت الظروف الجيدة – ما بين أسبوع واحد وأسبوعين، ويتوقف ذلك على درجة نضج الثمار

عند الحصاد، وطريقة التداول. ويجب دائمًا ضبط درجة حرارة مبردات الفراولة ومخازنها على الصفر المئوى قدر المستطاع مع توخى أن تكون التقلبات الحرارية فى أضيق الحدود.

وتتوقف درجة تجمد ثمار الفراولة على تركيز المواد الصلبة الذائبة بالثمار، حيث تزداد درجة التجمد انخفاضًا كلما ازداد تركيز المواد الذائبة. وتعد -٠,٨°م هى أعلى حرارة يمكن أن تتجمد عندها ثمار الفراولة (Mitchell وآخرون ١٩٩٦).

ونستعرض - فيما يلى - الطرق والوسائل المثلى للمحافظة على سلسلة التبريد، وعلى جودة الثمار لأطول فترة ممكنة.

التبريد الأولى

يعد التبريد الأولى pre-cooling أفضل وسيلة لحفظ جودة الثمار، لأنه يؤدى إلى إبطاء التنفس، والتحلل الإنزيمي، والنمو الفطرى. وتجب إزالة حرارة الحقل بعد الحصاد مباشرة، وقبل تخزين الثمار، أو شحنها، أو تصنيعها.

يجب أن يبدأ التبريد الأولى فى خلال ساعة واحدة من الحصاد، ويؤدى التأخير عن ذلك، أو إجراء التبريد الأولى بطريقة غير مناسبة إلى حدوث فقد كبير فى كل من صلابة الثمار، وحلاوتها، وبريقها، مع زيادة فى إصابتها بالأعفان.

كذلك يعذ خفض حرارة الثمار سريعًا بعد الحصاد مع استمرار التخزين البارد بعد ذلك عاملاً أساسيًا فى المحافظة على مستوى الثمار المرتفع من حامض الأسكوربيك (فيتامين جـ)، وبغير ذلك يمكن أن يتدهور محتوى الثمار من الفيتامين إلى أقل من نصف محتواه الأصلى فى أقل من أسبوع (Nunes وآخرون ١٩٩٦).

وكقاعدة عامة .. تفقد ثمار الفراولة يومًا كاملاً من قدرتها التخزينية مقابل كل ساعة تأخير فى عملية التبريد الأولى بعد مرور ساعتين من الحصاد. ويتطلب الحصول على أكبر قدرة تخزينية إجراء التبريد الأولى بحيث تنخفض درجة الحرارة فى مركز الثمرة إلى صفر إلى ١°م فى خلال ساعتين من الحصاد كحد أقصى.

تبريد الغرفة

لا يجوز تبريد الفراولة أوليًا بتركها فى الغرف المبردة، فيما يعرف باسم تبريد الغرفة room cooling؛ ذلك لأن تبريدها بهذه الطريقة بشكل كامل - أى لحين وصول حرارة مركز الثمرة إلى صفر أو ١°م - يتطلب حوالى تسع ساعات، تكون الثمار قد فقدت بالفعل خلالها كثيرًا من قدرتها التخزينية.

التبريد الأولى بطريقة الدفع الجبرى للهواء

يعد التبريد بنظام الدفع الجبرى للهواء farced-air cooling أسرع بمقدار ٥-١٠ مرات عن طريقة التبريد بوضع المحصول فى الحجرات الباردة room cooling.

ويسمح التبريد الأولى بطريقة الدفع الجبرى للهواء بالتخلص من حرارة الحقل من الثمار بسرعة وكفاءة عاليتين دون تعريض الثمار للابتلال، وهو أمر لاتتحمله ثمار الفراولة. ويجب أن تسمح قوة تبريد الأجهزة المستخدمة بتحقيق ٧/٨ تبريد خلال مدة ساعة ونصف الساعة إلى ساعتين ونصف كحدٍ أقصى.

ويجب أن يسمح تصميم وحدة التبريد الأولى بمرور الكراتين فى اتجاه واحد من مكان التعبئة إلى وحدة التبريد الأولى، ثم إلى التخزين المؤقت، ثم إلى الحاويات.

يجرى التبريد الأولى بطريقة الدفع الجبرى للهواء بوضع صف من البالتات (أو صفين من الكراتين المرصوصة فوق بعضها البعض) على كل جانب من جانبى مروحة ساحبة للهواء، ويفصل بين صفى البالتات مسافة تعادل - عادة - قطر المروحة. تستخدم شريحة بلاستيكية ثقيلة فى تغطية الصف العلوى للكراتين جزئيًّا بالقرب من حافة النفق (وهو الجزء الذى يفصل بين صفى البالتات)، وكذلك تغطية النفق من أعلى ومن الجانب الأمامى (المقابل للمروحة)، وجانب الكراتين الأمامى. وبذا .. فإن هذا الغطاء لا يسمح بأى حركة للهواء إلا من خلال الجانبين الخارجيين لصفى البالتات؛ فعند تشغيل المروحة الساحبة للهواء، يتولد تفريغ داخل النفق المغطى بشريحة البلاستيك بين صفى الكراتين؛ مما يؤدى إلى سحب الهواء البارد (هواء المخزن المبرد) من خلال فتحات التهوية بالكراتين، ثم من خلال فتحات التهوية بالبنتس - والتى تكون مقابلة لفتحات التهوية بالكراتين - مرورًا بالثمار - ثم ليخرج من الكراتين -

بعد حمله لحرارة الثمار – إلى داخل النفق، ليسحب بواسطة مروحة الشفط، التى توجه الهواء المسحوب – الدافئ نسبيًّا – على ملفات وحدة التبريد، ليعود – بعد تبريده – إلى داخل الغرفة المبردة. ويتعين إيقاف المروحة بمجرد انتهاء عملية التبريد الأولى لأجل توفير الطاقة، ولمنع فقد الثمار لرطوبتها، وهو ما يمكن أن يحدث نتيجة لاستمرار تعرضها لتيار الهواء السريع الذى يمر حولها.

ونظرًا لأن الهواء المسحوب يُجبر على المرور فى مسار يتخلل الثمار؛ لذا .. يتعين رصّ البنتس فى الكراتين، ورصّ الكراتين فى الصفوف قائمة تمامًا دون ترك أية فراغات بينها، لأن الهواء يسلك دائمًا فى مساره أقل الطرق مقاومة، وهو أمر يؤدى – إن حدث – إلى تقليل كفاءة التبريد.

يجب كذلك سد جميع الفتحات التى توجد تحت البالتات إذا ما كانت الكراتين مرصوصة فى بالتات، لأن عدم سدها يمكن أن يؤدى إلى زيادة الوقت – الذى يلزم لإجراء التبريد – بنسبة حوالى ٤٠٪. ويمكن سد هذه الفتحات بسهولة بوضع حشو فيها بسمك ١٥سم، أو بلصق شريط بلاستيكى حول قاعدة البالتة من الخارج.

يتعين كذلك التحكم فى الرطوبة النسبية؛ ذلك لأن الهواء المتحرك يعمل على تبخير الرطوبة من الثمار؛ مما يؤدى إلى ذبولها، وانكماشها، وفقدها لجودتها. ويؤدى رفع رطوبة الهواء إلى ٩٥٪–٩٨٪ إلى تقليل قدرته على تبخير الماء من الثمار. وتلك هى الرطوبة النسبية المطلوبة كذلك أثناء تخزين المحصول قبل شحنه.

وإذا ما تم صرف الماء المتكثف على ملفات التبريد خارج حجرة التبريد أو خارج المخزن المبرد، فإن ذلك قد يؤدى إلى خفض الرطوبة النسبية فى هواء المخزن بدرجة كبيرة. ويمكن الحد من عملية التكثف تلك – إلى درجة كبيرة – بالمحافظة على فرق فى درجة الحرارة – بين الهواء المسحوب الذى يمر على ملفات التبريد والهواء الخارج منها – لا يزيد عن ٢,٥°م. ويتحقق ذلك بزيادة أعداد الملفات أو أحجامها.

ويجب دائمًا استعمال نظام ملفات التبريد الجافة dry coil system لأنه النظام الوحيد الذى يسمح بخفض درجة الحرارة إلى الصفر المئوى مع المحافظة على رطوبة عالية للهواء، وتجدر الإشارة إلى أن نظام الملفات المبتلة wet coil system لا يسمح أبدًا

بالتبريد إلى الصفر المئوى. هذا .. ولا يمكن رفع رطوبة الهواء فوق ٨٠-٨٥٪ بأى وسيلة غير إجراء التبريد بنظام ملفات التبريد الجافة مع استخدام أجهزة لرفع الرطوبة النسبية.

هذا .. ويمكن رفع رطوبة الهواء حتى ٩٥٪ باستعمال أجهزة للتضبيب الدقيق aerosol misting تثبت بالجدران قريبًا من سقف المخزن، وتتصل بجهاز لقياس الرطوبة humidistat. ولايفيد كثيرًا وضع أوانٍ أو جرادل مملوءة بالماء فى المخزن بهدف زيادة الرطوبة. كذلك فإن رش الأرضيات بالماء يعد طريقة غير عملية ولا تتفق مع مقتضيات الصحة العامة.

ويجب عدم إيقاف التبريد الأولى إلا بعد قياس درجة الحرارة فى مركز الثمرة باستعمال تومومتر خاص ذات مجس معدنى طويل. ويجب أن يكون القياس فى جوانب الكراتين المواجهة للنفق الذى يفصل بين صفى الكراتين؛ ذلك لأن تلك الجوانب تكون هى الأبطأ فى فقد الحرارة.

ولكى تتم عملية التبريد الأولى وتصل الحرارة فى وسط الثمار إلى صفر أو ١°م فى خلال ساعتين من الحصاد - كحد أقصى - يتعين استخدام مراوح شفط ذات قدرة محددة، ووحدات تبريد ذات كفاءة مناسبة.

وتجدر الإشارة إلى أن سرعة الهواء الدائر فى عملية التبريد الأولى يجب ألا تزيد عن ٤٢م^3 فى الدقيقة؛ وإلا أدى إلى عدم تجانس الضغط وحركة الهواء وسرعة التبريد بين أول النفق وآخره (Picha ١٩٩٧).

يجب حساب كمية الطاقة المتولدة (فى صورة وحدات حرارية بريطانية British Thermal Units، أو BTU) من كل من المصادر التالية، ليمكن حساب قدرة التبريد المطلوبة:

١ - حرارة الحقل .. وهى الحرارة الداخلية للثمار عند بداية التبريد.

٢ - حرارة التنفس .. وهى الحرارة التى تنشأ عن تنفس ثمار الفراولة والتى تتراوح - باختلاف درجة الحرارة - بين ٣٣٣ وحدة حرارية بريطانية عند الصفر المئوى، و ٤٦٤٠٠ وحدة حرارية بريطانية عند ٢٧°م، وذلك لكل طن من الثمار يوميًا.

٣ – حرارة العبوات والبالتات.

٤ – الحرارة المتسربة.

٥ – الحرارة الناشئة عن الإضاءة، والمراوح، والعمل، والرافعات الشوكية ... إلخ.

ويقدر عدد الوحدات الحرارية البريطانية التى تلزم لخفض حرارة طن واحد من ثمار الفراولة من ٢٧°م إلى صفر°م بحوالى ٩٨١٣٠ (أو حوالى ١٠٣٥٣٠ كيلو جول kJ) فى الساعة؛ فإذا ما كان المطلوب خفض حرارة الثمار إلى هذا المستوى فى خلال ساعة واحدة فإن كفاءة التبريد يجب أن تكون ٨,٢ طن تبريد (طن التبريد يمتص ١٢٠٠٠ وحدة حرارية بريطانية من الحرارة/ساعة (أو حوالى ١٢٦٦٠ كيلو جول/ساعة). وإذا ما أضفنا إلى ذلك حوالى ٢٥٪ من احتياجات التبريد لمعادلة مصادر الطاقة الأخرى، فإن كفاءة التبريد اللازمة تصبح حوالى ١٠.٦ طن تبريد لإزالة حرارة الحقل من كل طن من الثمار فى ساعة. ومن الطبيعى أن احتياجات التبريد تزداد بزيادة كمية المحصول التى يتعين تبريدها فى وقت واحد، أو إذا كانت غرفة التبريد مستخدمة كذلك فى التخزين المؤقت للمحصول. ويجب أن يخطط لكفاءة التبريد اللازمة بحيث تكفى احتياجات التبريد فى ذروة موسم الحصاد.

يتم اختيار المراوح على أساس كلا من قدرتها على سحب الهواء وعلى الضغط الاستاتيكى static pressure (عدد سنتيمترات الماء) المتوقع. ويكون الضغط الاستاتيكى فى هذه الحالة هو المقاومة التى تلقاها حركة الهواء بواسطة الكراتين والبنتس. ويجب استعمال مروحة قادرة على سحب ما لا يقل عن ٣,٤م٣ من الهواء لكل كيلو جرام من الثمار فى الساعة مقابل ضغط استاتيكى مقداره ١,٢٥ سم من الماء.

ولتحديد القدرة التى تلزم للمروحة فإن الحسابات يجب أن تبنى على أساس أكبر كمية من الثمار يلزم تبريدها فى وقت واحد، والتى تكون فى ذروة الحصاد. وكقاعدة عامة .. فإن موتورات المراوح التى تكون بقوة ٥/١ حصان (١٥٠ وات) توفر ٤٠٠–٦٠٠ قدم مكعب/دقيقة أو حوالى ١١,٣–١٧,٠م٣/دقيقة. ويمكن أن يختلف الضغط الاستاتيكى كثيرًا على امتداد نفق التبريد حيث يزداد إلى أقصى معدل له بالقرب من المروحة؛ وبذا .. تأخذ الكراتين البعيدة عن المروحة وقتًا أطول لكى تبرد.

يعرف سبعة أثمان (٧/٨) وقت التبريد بالوقت الذى يلزم لتبريد الثمار بمقدار ٧/٨ الفرق بين حرارتها الابتدائية وحرارة الهواء البارد المستخدم فى التبريد الأولى. فمثلاً .. إذا كانت حرارة المحصول ٢٤°م وحرارة هواء التبريد -١°م، فإن ٧/٨ التبريد يعنى خفض حرارة المنتج إلى ٢°م. وفى هذه الظروف يلزم التبريد لأكثر من الـ ٧/٨ للوصول بالمنتج إلى درجة التبريد المرغوب فيها، وهى صفر إلى ١°م.

وإذا ما تطلب خفض حرارة المنتج بمقدار الـ ٧/٨ للوصل بها إلى ٢°م (كما فى المثال السابق) .. إذا تطلب ذلك ساعتين من التبريد، فإن حرارة المُنتج تصبح ٠,٥°م بعد ساعة أخرى إضافية من التبريد الأولى.

وتبنى هذه الحسابات على أساس الوقت الذى يتطلبه تبريد أدفأ ثمرة فى البالية، وهى التى توجد فى نهاية النفق (بعيدًا عن المروحة) من جهة الداخل.

ويمكن أن يختلف الضغط الاستاتيكى معنويًا على امتداد النفق، علمًا بأن أعلى ضغط يكون قريبًا من المروحة؛ ولذا .. فإن أدفأ الثمار تكون هى الأبعد عن المروحة.

ويجب دائمًا قياس درجة الحرارة فى أجزاء مختلفة من المُنتج المراد تبريده أوليًا للتعرف على أقل الأماكن كفاءة فى عملية التبريد (عن Picha ١٩٩٧).

ويتحدد الوقت الذى يلزم لتبريد أدفأ الثمار بمقدار ٧/٨ بكل من سرعة حركة الهواء والضغط الاستاتيكى على جانبى النباتات، كما يلى (عن Mitchell وآخرين ١٩٩٦).

	الوقت اللازم لـ ٧/٨ تبريد بالساعة:			
	١,٥	٢	٣	٤
سرعة تدفق الهواء (بالقدم مكعب فى الدقيقة لكل رطل من الفراولة)[أ]	٢,٠	١,٤	٠,٠٨	٠,٠٤
الضغط الاستاتيكى للهواء على جانبى البالتات (أى ما بين داخل النفق وخارجه) بالبوصة[ب]:	٠,٤٠	٠,٢٠	٠,٠٨	٠,٠٤

أ – ١ قدم مكعب = ٠,٠٢٨٣ م^3 ١ رطل = ٠,٤٥٤ كجم ب – ١ بوصة = ٢٥,٤ مم.

التبريد الأولى بالماء البارد

قارن Ferreira وآخرون (١٩٩٤) تبريد الفراولة أوليًّا بالماء البارد hydrocooling مع تبريدها أوليًّا بطريقة الدفع الجبرى للهواء البارد، وبطريقة الترك فى المخزن البارد room cooling، وذلك على ثمار الفراولة المكتملة النضج - عند الحصاد - من صنفى سلفا وسويت تشارلى. خزنت الثمار بعد تبردها أوليًّا - وبعد تغليف العبوات بغشاء من البولى فينيل كلورايد PVC أو عدم تغليفها - لمدة ٧-١٢ يومًا على حرارة ١°م أو ٧,٥°م، ثم تركت لمدة يوم واحد على حرارة ٢٠°م المحاكاة ظروف التسويق. وقد أوضحت الدراسة أن التبريد الأولى بالماء البارد - وسواء أكان مزودًا بالكلورين أو غير مزود - لم تكن له تأثيرات ضارة على الثمار، ولم يؤد إلى زيادة إصابتها بالأعفان. ليس هذا فقط .. بل إن التبريد بالماء البارد أدى إلى احتفاظ الثمار بلونها بعد التخزين بصورة أفضل عما فى حالة التبريد الأولى بطريقة الدفع الجبرى للهواء، كما جعل الثمار أكثر صلابة وأقل فقدًا للوزن سواء غلفت العبوات بالـ PVC، أم لم تغلف. وكانت الثمار فى العبوات المغلفة أكثر صلابة، وأقل محتوى من المواد الصلبة الذائبة الكلية، ولكن لم تتغير فيها الحموضة المعايرة أو الـ pH، وذلك مقارنة بعدم التغليف. وقد تراوحت نسبة الإصابة بالأعفان فى هذه الدراسة (والتى كانت أساسًا بسبب الإصابة بالفطرين *Rhizopus stolonifer*، و *Botrytis cinerea*) بين صفر ٪، و ٥٪ فى حالة التبريد الأولى بالماء البارد، وبين ٢,٥٪، و ٧,٥٪ فى حالة التبريد بطريقة الدفع الجبرى للهواء.

وتبعًا لدراسات Sargent وآخرين (١٩٩٦) .. فقد أمكن تبريد الفراولة أوليًّا بالماء البارد بسرعة أكبر بكثير من سرعة التبريد بطريقة الدفع الجبرى للهواء، حيث لم يستغرق تحقيق ⁷/₈ تبريد سوى دقائق معدودة بالماء البارد، بينما استغرق ذلك ساعة كاملة أو أكثر من ذلك بطريقة الدفع الجبرى للهواء. كذلك حافظت الثمار المبردة بهذه الكيفية والمعبأة فى عبوات المستهلك (سلال سعة حوالى ¹/₂ كيلو جرام) على جودتها دون اختلاف عن تلك التى بُردت بطريقة الدفع الجبرى للهواء. ليس هذا فقط، بل إنه بعد التبريد بالماء البارد والتخزين لمدة أسبوعين على ١°م كانت نسبة الفقد فى الوزن

أقل مما فى الثمار التى بردت بطريقة الدفع الجبرى للهواء، كما أمكن مكافحة الفطرين الرئيسيين المسببين لأعفان الثمار بعد الحصاد (وهما: *Botrytis cinerea*، و *Rhizopus stolonifer*) بإضافة الكلور الحر إلى ماء التبريد بتركيز ١٢٠ جزء فى المليون، مع ضبط pH الماء عند ٦-٧.

وعلى الرغم مما تقدم بيانه، فإنه لا يوصى أبدًا فى الوقت الحاضر بتبريد ثمار الفراولة أوليًا بالماء البارد أو باستعمال الثلج لأن الثمار المبتلة تكون شديدة الحساسية للإصابة بالأعفان، كما أن الأسواق الأوروبية لا تقبل الثمار المبتلة.

التبريد الأولى بالتعريض للضغط المنخفض

أمكن تبريد ثمار الفراولة أوليًا بطريقة التعريض للتفريغ vacuum cooling. وفى هذه الطريقة تم تعبئة الفراولة أولاً ثم وضعت فى حجرة التبريد بالتفريغ وخفض الضغط تدريجيًّا من ١١ إلى ٢ كيلو باسكال kPa خلال الدقيقة الأولى، ثم إلى ٠,٤ كيلو باسكال خلال الدقيقة الثانية، وبعد ذلك استمر الضغط عند حوالى ٠,٥٥ كيلو باسكال. وفى خلال ٣٠ دقيقة انخفضت حرارة سطح الثمار من ٢٠,٤°م إلى ٣,١°م، وحرارتها الداخلية من ٢١,٢°م إلى ٣°م. ولم تكن للتبريد بهذه الطريقة أية تأثيرات ضارة على خصائص الثمار. وبينما أدى التبريد بالتفريغ إلى فقد الثمار لحوالى ٢,٣١٪ من وزنها، فإن الفقد فى الوزن الذى تلى ذلك عند التخزين على ٥°م، و ٧٥-٨٠٪ رطوبة نسبية لمدة ٨-١٠ أيام كان أقل مما فى ثمار الكنترول التى وضعت مباشرة فى المخزن البارد دونما تبريد أولى (Amigo Martin & Mingot Marcilla ١٩٩٦).

التخزين البارد المؤقت

تحتاج ثمار الفراولة المبردة أوليًا إلى تخزينها - مؤقتًا - على حرارة الصفر المئوى، مع رطوبة نسبية مقدارها ٩٠-٩٨٪ قبل تحميلها فى شاحنات أو حاويات مبردة. هذا إلا أنه لا يجوز تخزين محصول الفراولة لأكثر من يوم واحد إذا كان معدًّا للتصدير، لأن فترة التخزين تلك تستقطع تلقائيًا من فترة بقاء الثمار بحالة جيدة خلال عملية الشحن والعرض فى الأسواق والتى يجب ألا تقل عن أسبوع. كما لا يجب إجراء ذلك

التخزين المؤقت إلا بهدف تجميع قدر كاف من المحصول لأجل شغل الفراغ الخاص بالشحنة فى الطائرات، أو إن لم تتوفر فراغات للشحنة فى الطائرات. ويفضل دائمًا وصول المحصول إلى المطار فى مساء نفس يوم الحصاد.

ويلزم عادة توفير أجهزة لرفع الرطوبة النسبية إلى ما بين ٩٠٪، و ٩٨٪. ويجب وضع ستائر بلاستيكية ثقيلة على جميع المداخل لأجل الحد من تسرب الهواء الدافئ إلى داخل المخازن.

ويتعين تزويد المخازن المبردة بمراوح داخلية ذات قدره على تحريك الهواء داخل المخزن بمعدل ٠,٠٦–٠,١٢م³/دقيقة لكل طن من الفراولة على أساس الحد الأقصى للسعة التخزينية للمخزن. ويجب تصميم وضع المراوح ومنافذ الهواء بحيث يتحرك الهواء ببطء فى جميع أجزاء المخزن لضمان تجانس درجة الحرارة فيه.

ويجب أن تتوفر بالمخازن ستائر بلاستيكية سميكة تتدلى على جميع الأبوات وفتحات الممرات لتجنب فقد الرطوبة من المخازن. كذلك يجب أن يستعمل فى نقل بالتات المحصول روافع مشعبة forklifts تعمل بالكهرباء، للحد من كمية الطاقة الحرارية التى تخلفها عند التشغيل.

وتجدر الإشارة إلى أن احتياجات التبريد لأجل التبريد الأولى تزيد كثيرًا عن الاحتياجات التى تلزم للمخازن المبردة؛ الأمر الذى يتعين أخذه فى الاعتبار عند دراسة احتياجات التبريد لكليهما.

كذلك لاتؤثر كثيرًا حركة الهواء السريعة على فقد الرطوبة من الثمار أثناء التبريد الأولى، ولكن استمرار الحركة السريعة للهواء لفترة طويلة أثناء التخزين التالى للتبريد الأولى يمكن أن يؤدى إلى ذبول الثمار وانكماشها.

وبينما لا تكون الحاجة ماسة جدًّا لأن تكون الرطوبة النسبية ٩٥٪ أثناء التبريد الأولى، فإنها تكون ضرورة حتمية أثناء التخزين البارد.

هذا .. ويفضل دائمًا أن يكون التبريد الأولى فى جزء مستقل من حجرة تبريد كبيرة (عن Picha ١٩٩٧).

الشحن المبرد فى جو هوائى معدل

تفيد زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون وخفض نسبة الأكسجين فى إبطاء نضج الثمار وتحللها بعد الحصاد، ولكن لايمكن أن يكون ذلك بديلاً للتبريد والرطوبة النسبية العالية. وتؤدى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ١٠-٢٠٪، مع خفض نسبة الأكسجين إلى ٥-١٠٪ إلى تثبيط إصابة الثمار بالعفن الرمادى دون أن يلحق بها أضرارًا. ولطالما استعمل ثانى أكسيد الكربون فى الماضى كمثبط للنمو الفطرى فى شحنات الفراولة باستعمال الثلج الجاف مع إحكام تغطية البالتات للمحافظة على الغاز الذى ينتج عن تسامى الثلج الجاف.

وعلى خلاف الجو المتحكم فى مكوناته controlled atmosphere - والذى تراقب فيه بدقة تركيز الغازات - فإن الجو المعدل modified atmosphere يتم التوصل إليه من خل نظام البالتات palletization technique. يستخدم لذلك تقنية تجارية تعرف باسم نظام تكترول Tectrol System، وفيه تغطى بالتات الفراولة بكيس كبير من البوليثيلين بسمك ١٢٥ ميكرون، يتم لحامة جيدًا عند القاعدة الخشبية بشريط لاصق، ثم يسحب الهواء من داخل البالتة حتى يحدث تفريغ جزئى، ويلى ذلك دفع مخلوط من ١٥٪-٢٠٪ ثانى أكسيد كبريون مع الهواء عن طريق فتحة صغيرة توجد فى قمة الكيس، ثم تغلق هذه الفتحة جيدًا. وبمقتضى هذه التقنية تتراوح نسبة ثانى أكسيد الكربون داخل البالتة بين ٤٪، و ٢٦٪ (عن Perkins-Veazie ١٩٩٦)، ولكن بمتوسط قدره ١٢٪-١٥٪، حيث يتساوى تقريبًا الفاقد من ثانى أكسيد الكربون بالتسرب مع المنتج منه عن طريق تنفس الثمار (Picha ١٩٩٧).

يمكن أن تظهر نكهة غير مرغوب فيها وروائح منفردة بثمار الفراولة فى خلال فترة لا تتجاوز ١٢ ساعة من تخزينها فى الجو المعدل أو فى الجو المتحكم فيه. وغالبًا ما يحدث ذلك نتيجة لزيادة تركيز الأسيتالدهيد بالثمار، ثم تحلله إلى كحول إثيلى، مكسبًا الثمار طعمًا كحوليًا. وتعد خلات الإثيل أكثر المركبات المتطايرة إسهامًا فى إعطاء الرائحة المنفردة فى مثل هذه الحالات.

ويمكن لثمار الفراولة أن تتحمل تركيزات عالية من ثانى أكسيد الكربون؛ مما يؤدى إلى زيادة قدرتها على تحمل التخزين. ويوصى غالبًا بزيادة تركيز الغاز إلى ١٥٪ عند

التخزين على ١٠°م، وإلى ٢٠٪ عند التخزين على ٥°م. وقد كانت استجابة ثمار الفراولة لزيادة تركيز الغاز خطية فيما بين تركيز صفر٪، و ١٨٪.

وتؤدى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون إلى ٣٪ إلى تكوين طعم غير مرغوب فيه، وتتراوح النسبة المثلى للغاز بين ١٢٪، و ١٥٪. وبينما يؤدى خفض نسبة الأكسجين إلى ما بين ٠,٥٪، و ٢٪ إلى الحد من تنفس الثمار ومن نشاط الكائنات الدقيقة المسببة للعفن، إلا أن ذلك يؤدى - كذلك - إلى تكوين طعم غير مرغوب.

ولم تؤد زيادة تركيز الغاز إلى تثبيط نمو الفطريات المسببة للأعفان فقط، بل إنها أخرت فقد الثمار لصلابتها دون أن تؤثر على طعمها (عن Kim & Wills ١٩٩٨).

وتؤدى زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون عن الحدود الموصى بها إلى ظهور طعم غير مقبول بالثمار تتوقف شدته على كل من التركيز الذى صل إليه الغاز ومدة التعرض له، كما تختلف الاستجابة للغاز باختلاف الأصناف (عن Fernández-Trujillo وآخرون ١٩٩٩).

وتقل الإصابة كثيرًا بالعفن الرمادى عند خفض نسبة الأكسجين إلى ٠,٥٪، ولكن هذا المستوى يقترب كثيرًا من المستوى الذى يضر بالثمار. كذلك تؤدى زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون عن ١٨٪ إلى تثبيط نمو عديد من الفطريات، ولكن هذه النسبة تُحدث أضرارًا بعديد من الثمار (عن Moyls وآخرين ١٩٩٦).

ويمكن لثمار الفراولة أن تحتفظ بجودتها لمدة ١٠-١٤ يومًا على حرارة ١°م فى هواء معدل يحتوى على ٣٪-٥٪ أكسجين، و ١٥٪-٢٠٪ ثانى أكسيد كربون.

كما أمكن المحافظة على نوعية ثمار الفراولة لمدة ١٤ يومًا - بصورة جيدة - بتخزينها على الصفر المئوى مع ١٢٪ ثانى أكسيد كربون، و ٦٪ أكسجين (Yang & Lee ١٩٩٩).

ومن الأهمية بمكان عند تحضير البالتات لأجل معاملتها بثانى أكسيد الكربون أن تكون الثمار مبردة جيدًا إلى الصفر المئوى؛ ذلك لأن الغطاء البلاستيكى للبالية سوف

يعيق أى تبريد إضافي. كما يتعين إجراء كل خطوات هذه العملية في حجرات مبردة، وقبل الشحن مباشرة.

وتتكثف الرطوبة على الغشاء البلاستيكى المغلف للبالتة فى أى وقت يكون فيه ذلك الغشاء أبرد من الثمار أو أى سطح آخر بداخل البالتة؛ ولذا .. يتعين أن تكون الثمار مبردة أوليًا بشكل جيد جدًا قبل وضعها فى البالتات ~~وأن يتم تغليف البالتات قبل~~ شحنها مباشرة.

وتجدر الإشارة إلى أن عملية التكثف المائى لا تحفز فقط انتشار الإصابة بالعفن الرمادى، ولكنها تضعف كذلك من متانة الكراتين وتعرض الثمار بداخل البنتس لأضرار جسيمة.

تحدث أكبر فائدة من الشحن والتخزين فى الجو المعدل عند حصاد الفراولة بعد الفترات التى كان يسودها جو بارد رطب أو ضباب كثيف، حيث قد يتجمع الماء الحر على الثمار فى الحقل، وهى الظروف التى يتوقع على أثرها انتشار الإصابة بالعفن الرمادى (عن Mitchell وآخرين ١٩٩٦).

ويتم بهذه الطريقة شحن كميات كبيرة من الفراولة من كاليفورنيا إلى الساحل الشرقى للولايات المتحدة، كما أنها صالحة للتطبيق على شحنات النقل البحرى من مصر إلى أوروبا، علمًا بأن الشحن يستمر على درجة الصفر المئوى. وبهذه الطريقة يمكن أن تحتفظ الثمار بجودتها لعدة أيام بعد خمسة أيام من الشحن البحرى.

ونظرًا للأهمية القصوى للمحافظة على سلسلة التبريد عند اتبع هذه الطريقة؛ فإنه يصعب تطبيقها بهدف زيادة القدرة التخزينية عند الشحن بطريق الجو، بسبب الحاجة لفتح العبوات لإجراء الفحص الجمركى فى كل من الدولتين المصدرة والمستوردة.

كذلك فإن مجرد إزالة الغطاء البلاستيكى المحيط بالبالتة لإجراء عملية الفحص يؤدى حتمًا إلى تسرب غاز ثانى أكسيد الكربون.

ولكن يفيد اتباع هذه التقنية فى الشحن البحرى للفراولة حيث تبقى الشحنة طوال

فترة الشحن وهى محكمة الإغلاق؛ وبذا .. تتحقق الاستفادة المرجوة من زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون (عن Picha ١٩٩٧).

وقد ذكر أن زيادة نسبة ثانى أكسيد الكربون فى الهواء المحيط بالثمار يجعلها تحتفظ بصلابتها لفترة أطول مقارنة بالتخزين فى الجو العادى فى الحرارة ذاتها. ليس [illegible] Skog [illegible] أن تخزين ثمار الفراولة [illegible] ٠,٥°م لمدة ٤٢ ساعة فى ١٥٪ ثانى أكسيد كربون أدى إلى تحسين صلابة الثمار – مقارنة بصلابتها عند بدء التخزين – فى ٢١ صنفًا من بين ٢٥ صنف تمت دراستها.

كذلك أدى تخزين الفراولة فى هواء يحتوى على ٢٠٪–٣٠٪ ثانى أكسيد كربون على حرارة ٢,٠°م لمدة يومين إلى زيادة صلابتها. وأظهر تحليل الجدر الخلوية أن الثمار المعاملة بهذه الطريقة نقص محتواها من البكتين القابل للذوبان فى الماء، بينما ازداد محتواها من البروتين الذائب الخالب chelating soluble protein، مقارنة بالثمار التى خزنت فى هواء عادى (Siriphanich ١٩٩٨).

وأعطى تعريض ثمار الفراولة لغاز ثانى أكسيد الكربون بتركيز ٢٠٪ – بصورة مستمرة – أفضل تأثير فيما يتعلق بزيادة صلابة الثمار، كما أن معاملة الثمار بالغاز بتركيز ١٠٠٪ لمدة لاتزيد عن ٣ ساعات كانت – كذلك – فعالة فى زيادة الصلابة دون التأثير سلبيًا على الجودة، إلا أن المعاملة بهذا التركيز لمدة ٤ ساعات أدت إلى تكوين طعم غير مرغوب فيه. وقد أوصى – للحصول على أحسن جودة للثمار – عند المعاملة بالغاز بتركيز ١٠٠٪، أن يجرى ذلك لمدة ساعتين فقط (Hwang وآخرون ١٩٩٩).

كذلك وجد Watkins وآخرون (١٩٩٩) لدى معاملتهم لثمار ٧ أصناف من الفراولة بتركيز ٢٠ كيلو باسكال من ثانى أكسيد الكربون على حرارة ٢°م لمدة ٧ أيام أن المعاملة أدت إلى زيادة الصلابة فى كل الأصناف، ولكن بدرجات مختلفة. وكانت الثمار المعاملة بالغاز أضعف لونًا وأقل احمرارًا عن الثمار التى خزنت فى الهواء غير المعدل تحت الظروف ذاتها. كذلك تراكم الأسيتالدهيد، والإيثانول، وخلات الإثيل فى الثمار المعاملة بالغاز، ولكن بدرجات مختلفة، وكانت أقل تركيزات لها فى الصنف Annapolis وأعلى تركيزات فى الصنف Governer Simoe.

ويتأثر مدى الزيادة في صلابة الثمار التي تُحدثها المعاملة بثاني أكسيد الكربون بكل من درجة نضج الثمار ودرجة حرارة التخزين (عن Harker وآخرين ٢٠٠٠).

وقد عامل Harker وآخرون (٢٠٠٠) ثمار صنف الفراولة باخارو بثاني أكسيد الكربون بتركيز ٥٪–٤٠٪ لمدة ثلاثة أيام، ثم خزنوا الثمار على حرارة الصفر المئوى لمدة ثلاثة أسابيع، ووجدوا أن الثمار كانت أكثر صلابة في المخزن على حرارة الصفر عما كانت عليه عند الحصاد، وأن الصلابة ازدادت بدرجة أكبر عندما عوملت الثمار بثاني أكسيد الكربون، الذى أحدث زيادة مقدارها ٦٠٪ فى شدة التصاق الجدر الخلوية بعضها ببعض. وقد استنتج الباحثون أن زيادة صلابة الثمار التى أحدثتها المعاملة بغاز ثاني أكسيد الكربون ربما تعود إلى التغيرات في pH الجدر الخلوية الذى ربما يحفز ترسيب البكتينات الذائبة، ويزيد من شدة لصق الخلايا بعضها ببعض.

وللشحن في الهواء المعدل تأثيرات أخرى على كل من نكهة الثمار ومحتواها من حامض الأسكوربيك، والصبغات.

فعندما عامل Fernández-Trujillo وآخرون (١٩٩٩) ثمار ٧ أصناف من الفراولة بتركيز ٢٠ كيلو باسكال من ثاني أكسيد الكربون .. وجد أن المعاملة أدت إلى زيادة تركيز الأسيتالدهيد، والإيثانول، وخلات الإثيل في ثمار الصنفين Honeoye، و Kent، ولكن ليس في ثمار الصنفين Cavendish، و Annapolis. وقد اعتبر الصنفان الأول والثاني حساسين للتركيز العالي من ثاني أكسيد الكربون، بينما اعتبر الصنفان الثالث والرابع متحملين. كذلك كان نشاط الإنزيمن pyruvate decarboxylate، و alcohol dehydrogenase أعلى في الثمار المعاملة بالغاز عما في ثمار الكنترول في الصنفين المتحملين، ولكن ليس في الصنفين الحساسين. كذلك ازداد تراكم حامض الصكنك succinate في ثمار جميع الأصناف، ولكن تركيزاته كانت أعلى في الأصناف المتحملة عما في الأصناف الحساسة.

وأدى تخزين ثمار الفراولة في هواء يحتوى على ثاني أكسيد كربون بنسب عالية وصلت حتى ٢٠٪ في حرارة صفر إلى ١°م إلى سرعة تحلل حامض الأسكوربيك إلى حامض ديهيدروأسكوربيك dehydroascorbic acid، ثم إلى مركب آخر، ربما كان

2,3-diketogulonic acid، وذلك مقارنة بالتخزين فى الهواء العادى فى الحرارة ذاتها. وبعد ٢٠ يومًا من التخزين كان تحلل حامض الأسكوربيك بدرجة أكبر عندما كان الجو المعدل (الذى يحتوى على تركيز عال من ثانى أكسيد الكربون) يحتوى – كذلك – على ١-٣٪ أكسجين مقارنة بتركيز > ١٤٪ (Agar وآخرون ١٩٩٥).

وازداد تركيز الأنثوسيانين فى الأنسجة الخارجية والداخلية لثمار الصنف سلفا المخزنة على ٥°م لمدة ١٠ أيام، وكانت هذه الزيادة أقل سرعة عندما عُدّل الهواء ليحتوى على ١٠ أو ٢٠ كيلو باسكال kPa من ثانى أكسيد الكربون؛ وبذا .. كان لون الثمار أقل دكنة عند زيادة ثانى أكسيد الكربون فى هواء المخزن عما فى حالة التخزين فى الهواء العادى. وقد وجد كذلك أن الـ pH ازداد، بينما انخفضت الحموضة المعايرة بدرجة كبيرة أثناء التخزين، وازدادت هذه التغيرات مع زيادة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى الأنسجة الداخلية للثمار، وربما لعبت هذه التغيرات دورًا فى التأثير على صبغة الأنثوسيانين التى يتأثر تعبير اللون فيها بالـ pH (Holcroft & Kader ١٩٩٩أ، و ١٩٩٩ ب).

طرق الشحن

تنقل الفراولة المبردة أوليًّا بطريق البر إما إلى الدولة المستوردة مباشرة، وإما إلى المطار لأجل الشحن الجوى، وإما إلى الميناء لأجل الشحن البحرى. كذلك تنقل الفراولة بعد وصولها إلى ميناء الوصول بطريق البر إلى حيث تخزن مؤقتًا لحين تسويقها.

الشحن البرى

يمكن شحن الفراولة بطريق البر، وتستخدم لأجل ذلك شاحنات ذاتية التبريد توضع فيها بالتات أو كراتين الفراولة (كل ٤ كراتين فى حزمة)، حيث يستمر فيها التبريد بطريقة دفع الهواء من أسفل bottom air-delivery. كما يمكن استخدام الشاحنات المبردة – كذلك – فى نقل البالتات ذات الهواء المعدل، بهدف زيادة فترة احتفاظ الفراولة بجودتها لحين وصولها إلى المستهلك.

وتجدر الإشارة إلى أن الشاحنات المبردة ليست وسيلة لتبريد الفراولة وإنما للمحافظة

على برودتها فقط؛ لذا .. يتعين تبريد الشاحنة إلى درجة الصفر المئوى قبل تحميلها بالمحصول الذى يكون قد سبق تبريده – كذلك – إلى درجة الصفر. كما يتعين الاهتمام بكفاءة العزل فى الشاحنة، وسلامة الأبواب، وكفاءة وحدة التبريد، ونظام تقليب الهواء ومساراته.

تضر الاهتزازات التى تتعرض لها الشاحنات أثناء تحركها كثيرًا بثمار الفراولة، ويكون الضرر أقل ما يمكن فى مقدمة الشاحنة وفى منتصفها؛ ولذا .. يتعين عندما لاتكون الشاحنة ممتلئة بالمحصول، أو عندما تستخدم فى نقل أكثر من محصول، أن يخصص الجزء الأمامى منها للفراولة.

وقد أوضحت عديد من الدراسات أن جدر الشاحنة يمكن أن تسخن كثيرًا أثناء النقل من جراء تعرضها لأشعة الشمس، وأن جزءًا من تلك الحرارة تنتقل للثمار القريبة من الجدر؛ لذا .. يفضل ترك فراغ بين كراتين أو بالتات الفراولة والجدر الداخلية للشاحنة، مع تجنب رص الكراتين بجوار جدر الشاحنة التى تكون مواجهة لأشعة الشمس القوية خلال معظم الطريق.

ويجب ضبط منظم الحرارة بالشاحنة على ١°م بحيث لاتتعرض الثمار للتجمد إذا كانت دقة المنظم فى حدود ± ١,٥°م، حيث يكون أقصى انخفاض للحرارة فى هذه الحالة هو -٠,٥°م وهى درجة أعلى من أعلى درجة ممكنة لتجمد الفراولة، وهى -٠,٨°م (عن Mitchell وآخرين ١٩٩٦).

الشحن الجوى ووسائل المحافظة على سلسلة التبريد

تنقل الفراولة المبردة أوليًا إلى المطار – لأجل شحنها بطريق الجو – فى شاحنات مبردة صغيرة. يجب تبريد الشاحنات جيدًا قبل تحميلها، كما يجب حفظ الثمار مبردة خلال فترة انتظارها قبل تحميلها على الطائرات. وتراعى خلال مرحلة النقل البرى إلى المطار الاحتياطات التى سبقت مناقشتها تحت موضوع الشحن البرى.

ويراعى نقل الفراولة إلى المطار فى مساء نفس يوم الحصاد، علمًا بأن الطائرات تقلع عادة فى الصباح المبكر من اليوم التالى. وفى محطة الوصول يراعى – كذلك – سرعة نقل الفراولة إلى مكان مبرد بمجرد الانتهاء من إجراءات الجمارك.

ونظرًا لأن الفراولة المبردة لايستمر تبريدها أثناء تواجدها على متن الطائرات وحتى وقت استلامها من قبل الجهة المستوردة؛ الأمر الذى يؤدى إلى قطع سلسلة التبريد. لذا .. فإن من الضرورى المحافظة على سلسلة التبريد بكل الوسائل المتاحة.

ومن أهم وسائل المحافظة على سلسلة التبريد أثناء الشحن الجوى، ما يلى:

استعمال الإى كونتينرز

إن الـ إى كونتينرز E-Containers عبارة عن صناديق كبيرة تتكون من كرتون معرج ذات قدرة على تحمل الضغط حتى حوالى ٢٠ كجم/سم^{2}. وتجرى عملية وضع كراتين الفراولة – المعبأة والمبردة – فى داخل هذه الصناديق فى حجرات التخزين المبردة.

تبلغ الأبعاد الداخلية للـ E-containers ٩٢,٥ سم طولاً × ٦٨,٥ سم عرضًا × ٦٤,٥ سم ارتفاعًا. أما الأبعاد الخارجية فهى ٩٥,٥ سم × ٧١,٥ سم × ٦٧,٥ سم، ويعنى ذلك أن سمك جميع جدرانها يبلغ ٣ سم، كما يكون غطاؤها وقاعدتها بالسمك ذاته. ويرجع ذلك إلى أن الـ E-containers تغطى من جميع الجوانب بطبقة مزدوجة من الاستيروفوم يبلغ سمكها ٣٠ مم.

يتسع كل E-container لحوالى ٤٠ كرتونة فراولة بكل منها ٢ كجم من الثمار، ويوضع معها حوالى ٤–٦ أكياس جل gel packs للمحافظة على بقاء الثمار المبردة باردة.

وتغطى الـ E-containers أحيانًا من الخراج بطبقة من رقائق الألومنيوم aluminum foil لعكس الحرارة، ولكن ذلك ليس شرطًا ضروريًا.

يجب شحن الـ E-containers المعبأة إلى المطار فى شاحنة مبردة على درجة الصفر المئوى، مع ضرورة تقليص الفترة التى تمر بين تفريغ الـ E-containers من الشاحنات وتحميلها على الطائرة إلى أقل حد ممكن، وكذلك عدم رفع غطاء الـ E-containers من عليها، وإلا انتقى الغرض من استعمالها.

استعمال عبوات الجل

إن عبوات الجل gel packs عبارة عن جل مجمد فى أكياس بلاستيكية، وهى

توضع داخل الـ E-containers للمحافظة على برودتها أثناء النقل. ويجب استعمال عبوات الجل بمعدل ١ كجم من المادة المرطبة المجمدة لكل ١٠ كجم من الثمار. ويعنى ذلك أن كل E-container يحتوى على ٤٠ كرتونة فراولة (٨٠ كجم فراولة) يلزمه حوالى ٨ كجم من الجل باك المجمد، أى حوالى ٨ أكياس من تلك التى تبلغ أبعادها ٢٠ × ١٥ × ٢,٥ سم.

تتوفر الـ gel packs في صورة تحضيرات تجارية سابقة التجهيز ومعبأة فى أكياس بلاستيكية قوية ومثقبة بثقوب دقيقة لكى تسمح بامتصاص الرطوبة.

هذا .. ويبلغ الوزن الجاف لمادة الـ gel pack في العبوة الواحدة حوالى ١٨ جم. أما وزنها بعد اكتمال ترطيبها فإنه يختلف باختلاف المادة المستعملة بين ٦٥٠، و ١١٠٠ جم.

ومن أكثر أنواع المواد الخام استعمالاً في عمل الـ gel pack: كربوكسى مثيل سيليلوز carboxymethyl cellulose (اختصارًا CMC) ونشا الذرة النقى.

وقد قدرت التكلفة الإضافية لاستعمال الـ gel packs فى الـ E-containers (شاملة ثمن الـ gel packs، وتكلفة شحنها من الخارج، والزيادة فى وزن الـ E-containers والتى تتمثل فى ٨ كجم من الـ gel packs) .. قدرت – حسب أسعار ١٩٩٩ – بحوالى ١٢ سنت أمريكى لكل كيلو جرام من الفراولة المصدرة.

ومن بين المصادر التى يمكن الحصول منها على gel packs مايلى:

Tekpak Inc., NY, USA.

Peabody, Montana, USA.

Midlands Chemical Co., Omaha, NE, USA.

Topa Co., The Netherlands.

استعمال الإنفيروتينرز

إن الإنفيروتينرز Envirotainers عبارة عن LD-3 containers ذات جدر عازلة للحرارة توفرها الخطوط الجوية لمن يرغب فى الشحن المبرد. يتسع كل Envirotainer

لحوالى ٣٠٠ كرتونة فراولة، ويُحافظ على الحرارة منخفضة بداخلها إما بواسطة التبريد الميكانيكى، وإما بواسطة الثلج الجاف أو الـ gel packs.

ويعد التبريد الميكانيكى أكفأ وسائل التبريد، ولكنه مكلف، ويزيد من تكاليف الشحن بسبب الوزن الزائد لوحدة التبريد. ولا يوصى باستعمال الثلج الجاف لأن طبقة الثمار المجاورة لمكان وضع الثلج الجاف قد تتجمد من شدة انخفاض درجة الحرارة حولها. وبذا .. فإن استعمال الـ gel packs يعد أنسب الوسائل المتاحة حاليًّا للمحافظة على برودة الـ envirotainers.

يفضل نقل الـ envirotainers إلى مكان التعبئة وتحميلها بالفراولة المعبأة والمبردة أوليًّا، ثم إضافة الـ gel packs بمعدل كيلو جرام واحد منها (من المادة المرطبة) لكل ١٠ كجم من الثمار. ويمكن استعمال بلوكات أو شرائح من البوليسترين لتثبيت كراتين الفراولة فى مكانها داخل الـ envirotainers. وإذا تطلبت إجراءات الطيران فتح الـ envirotainers وفحصها قبل تحميلها على الطائرات فإنه يتعين إجراء ذلك داخل حجرات مبردة للمحافظة على سلسلة التبريد.

استعمال الأغطية الحرارية

تستعمل الأغطية الحرارية thermal blankets إما فى تغطية الـ E-containers من الخارج، وإما فى تبطين الـ envirotainers من الداخل، وذلك كعازل حرارى، وهى تصنع من مادة إسفنجية عازلة للحرارة مغطاة بغطاء عاكس للحرارة. ويمكن للأغطية الحرارية أن تحافظ على حرارة ٣°م داخل العبوات لمدة تصل إلى ٣٦ ساعة. كذلك يمكن تغليف بالتات الفراولة ذاتها بالأغطية الحرارية، ويلزم فى هذه الحالة تحزيمها جيدًا مع البالتة.

ومن بين الشركات التى تقوم بتصنيع وبيع الأغطية الحرارية شركة:

IFC, Pomona, CA, USA.

ومن أهم وسائل مراقبة درجة الحرارة أثناء الشحن الجوى، ما يلى:

استعمال أُجهزة لتسجيل درجة الحرارة

يفضل دائمًا تسجيل التغيرات فى درجة الحرارة داخل الـ E-containers، والـ

envirotainers سواء أستعملت معها الأغطية الحرارية، أم لم تستعمل، وذلك لأجل الحصول على سجل لدرجة الحرارة من لحظة الشحن إلى لحظة الاستلام، وهو أمر ذات أهمية كبيرة فى حالات تأخر الشحن وعند وصول الشحنة بحالة غير مرضية للمستورد، كما أنه أصبح أحد متطلبات المشترين الأوروبيين ضمن النظام المعروف باسم HACCP (أو hazard analysis critical control point).

ومن بين المصادر التى يمكن الحصول منها على أجهزة التسجيل الصغيرة لدرجة الحرارة، ما يلى:

Ryan Instruments, Redmond, Washington, USA.
Cox Recorders, Upland, CA, USA.

استعمال بطاقات الأمان الحرارى والتخزينى

تتوفر بالأسواق بطاقات خاصة توضع على العبوات من الخارج لتبين مدى التعرض لدرجة الحرارة غير المناسبة ومدة التعرض لها، وما إذا كان ذلك التعرض فى الحدود الآمنة أم أنه تخطاها، وذلك خلال فترتى الشحن والتخزين التالى للاستلام. توجد على البطاقات نقط تتحول من اللون الأخضر إلى الأصفر إذا ما زادت شدة الحرارة ومدة التعرض لها عن الحدود الآمنة أثناء الشحن والتخزين التالى له.

وتتوفر هذه البطاقات لدى شركة:

Cox Recorders, Upland, CA, USA.

الشحن البحرى

يتطلب الشحن البحرى الالتزام بما يلى:

١ - استعمال منتج عالى الجودة مبرد أوليًا بشكل جيد، وتم تداوله بكفاءة عالية.

٢ - استعمال بالتات ذات جو هوائى معدل.

٣ - التحميل فى المزرعة فى حاويات مبردة refer containers سبق تبريدها إلى الصفر المئوى.

٤ - نقل الحاويات المبردة على الشاحنات إلى الميناء البحرى، ثم إلى السفينة التى تنقلها إلى ميناء الوصول.

٥ - نقل الحاويات المبردة على شاحنات أخرى بطريق البر إلى موقع التخزين المؤقت لدى الجهة المستوردة.

ويعنى ذلك أن سلسلة التبريد لا تقطع أبدًا ما دامت أجهزة التبريد التى توجد بالحاويات تعمل بكفاءة. وكما فى حالة الشحن البرى .. فإن أجهزة التبريد فى الحاويات المبردة يجب أن تضبط على ١°م حتى يكون المدى الحرارى داخل الحاوية بين -٠,٥°م، و ٢,٥°م وذلك بإفتراض أن دقة المنظم تبلغ ± ١,٥°م، وأن أعلى درجة ممكنة لتجمد ثمار الفراولة هى -٠,٨°م.

ومن الطبيعى أن الشحن البحرى يتطلب حجم إنتاج يتناسب مع حجم الحاويات المستخدمة، ومواعيد لإقلاع البواخر تتناسب مع نظام الحصاد اليومى لحقول الفراولة.

التصدير

مواسم وأسواق التصدير

تصدر الفراولة إلى الأسواق الأوروبية من نوفمبر إلى نهاية يناير، وربما إلى نهاية شهر فبراير، ويتوقف ذلك على مدى وفرة الإنتاج الإسبانى المبكر.

ويُعد تصدير الفراولة إلى الدول الأوربية أكثر ربحية من تصديرها إلى الدول العربية، إلاّ أن الأسواق العربية تستقبل حوالى ٧٠٪ من إجمالى كميات الفراولة المصدرة من مصر، وتستقبل الأسواق الأوربية معظم الكميات المتبقية. وأكثر الدول المستوردة للفراولة المصرية - مرتبة تنازليًا - هى: المملكة العربية السعودية، والكويت، والإمارات، وبلجيكا، والمملكة المتحدة. وبينما يتراجع التصدير إلى الدول الأوروبية بداية من شهر فبراير، ونادرًا ما يمتد بعد مارس، فإن التصدير إلى الدول العربية يستمر على امتداد موسم إنتاج الفراولة بداية من شهر نوفمبر، ولا يتراجع التصدير إليها إلا فى شهر مايو. وتعد سنغافورة هى الدولة غير العربية وغير الأوروبية الوحيدة التى تصدر إليها كميات ملموسة من الفراولة بلغت فى موسم ٩٩/٢٠٠٠ حوالى ٤٨ طنًا.

رتب الفراولة المصدرة

يتم تدريج محصول الفراولة إلى أربع رتب على أساس أكبر قطر للثمرة (وهو القطر الذى يصنع زاوية قائمة مع الخط الواصل بين عنق الثمرة وقمتها)، كما يلى:

الدرجة	أقل قطر (مم)
إكسترا Extra	٢٥
الأولى I والثانية II	٢٢
الثالثة III	١٥

تتطلب معظم سلاسل السوبر ماركت الأوروبية أن يتراوح وزن ثمرة الفراولة بين ٢٠، و ٣٠ جم، أى حوالى ٨-١٢ ثمرة فى كل بنت سعة ٢٥٠جم.

وعادة .. توجه ثمار الرتبة الثالثة إلى السوق المحلية.

بيانات الكراتين

يتعين ذكر بيانات محددة على الكراتين المستعملة فى تصدير الفراولة، تتضمن: اسم المنتَج، واسم وعنوان المُصَدِّر، والاسم التجارى، واسم دولة المنشأ، ورتبة المنتَج المُصدَّر، والوزن الصافى، ودرجة الحرارة الموصى بها وهى صفر إلى ١°م.

ويجب أن تكون جميع العبوات المستخدمة فى التصدير جيدة المظهر ومصنوعة من مواد قابلة لإعادة التصنيع.

مواصفات فراولة التصدير

ينبغى أن تتوفر فى الفراولة المصدرة الصفات التالية:

١ - يجب أن تكون الثمار خالية من جميع الأضرار المرضية والحشرية، وتلك التى ترجع إلى أسباب جوية أو فيزيائية.

٢ - يجب أن تكون الثمار خالية تمامًا من التلوث بالتربة أو بأى مواد غريبة.

٣ - يجب أن تكون الثمار خالية من أى رائحة غريبة أو طعم غير مقبول.

٤ - لايجب حصاد الثمار أثناء هطول الأمطار أو بعد ذلك مباشرة، حيث يجب أن تكون الثمار خالية من الرطوبة الحرة وقت حصادها، كما لايجب غسل الثمار بالماء.

٥ – يجب أن يكون عنق الثمرة بطول ٠,٥–١,٠ سم.

٦ – يجب أن تكون أوراق كأس الثمرة طازجة وخضراء اللون وغير ذابلة أو مصابة بالأمراض أو ملوثة بأى مواد غريبة.

٧ – يجب أن تكون الثمار لامعة وطازجة، وبدون أكتاف أو قمة خضراء أو بيضاء، وأن تكون محتفظة برونقها، ولايوجد بها أية أعفان أو تدهور من أى نوع.

٨ – يجب أن تكون الثمار فى درجة مناسبة من النضج، وهى الدرجة التى تسمح بتداولها، وشحنها، ووصولها إلى الأسواق بحالة جيدة.

٩ – يفضل لون الثمار الأحمر البراق المتجانس، أو الأحمر البرتقالى المتجانس على كل سطح الثمرة. ويدل اللون الشاحب أو اللون الأحمر القاتم على زيادة نضج الثمرة، وهو أمر غير مقبول. كذلك لا تقبل الأكتاف البيضاء وقمة الثمار البيضاء، إلا إذا كانت المساحة البيضاء تقل عن ١٠٪ من سطح الثمرة. كما لايجب أن تزيد أى اختلافات فى اللون عن ١٠٪ من سطح الثمرة. أما القمة الخضراء green tip التى تظهر فى ثمار بعض الأصناف – مثل روزالندا – تحت ظروف بيئية معينة فإنها غير مقبولة. كذلك لايعد اللون الداخلى الأبيض للثمار مقبولاً.

١٠ – يفضل شكل الثمرة المخروطى، ويجب أن يكون شكل الثمار متجانسًا فى العبوة الواحدة، ومطابقًا لشكل ثمرة الصنف. ويجب أن تكون الاختلافات فى الشكل فى العبوة الواحدة فى حدود الاختلافات الطبيعية لشكل ثمار الصنف، وألا تتعدى الثمار المخالفة فى الشكل نسبة ١٠٪ من ثمار العبوة بالعدد أو بالوزن.

١١ – يجب ألا يزيد الفرق فى القطر بين أصغر الثمار وأكبرها حجمًا فى البنت الواحدة عن ١٠ ملليمترات.

١٢ – يفضل طعم الثمار الجيد، وعادة يقل سعر الأصناف الفقيرة الطعم – مثل سلفا – عن سعر الأصناف الجيدة الطعم بنحو ٢٠٪–٣٠٪.

١٣ – يحسن ألا تقل نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية فى الثمار عن ٧٪، ويفضل أن تتراوح بين ٨٪، و ٩٪.

١٤ – يوصى بألا تزيد الحموضة المعايرة عن ٠,٨٪ كحد أقصى.

وقد تمكن Hetzroni وآخرون (١٩٩٤) من تطوير آلة إليكترونية يمكنها رصد المركبات المتطايرة التى تنطلق من ثمار الفراولة والاستجابة لها فى أقل من ثانية واحدة، وهى بذلك يمكن أن تستخدم فى مرحلة الفرز بعد الحصاد للتعرف على درجة نضج الثمار وجودتها، وكذلك استعمالها أثناء الفحص عند إجراء اختبارات التحكم فى الجودة لرسائل الفراولة المصدرة.

تأثيرات المعاملات السابقة للحصاد على صفات جودة الثمار وقدرتها التخزينية

معاملات التسميد

تتأثر جودة ثمار الفراولة بعد الحصاد بمعاملات التسميد السابقة للحصاد، كما يلى:

النيتروجين

يؤدى الإفراط فى التسميد الآزوتى إلى زيادة النمو الخضرى على حساب النمو الثمرى، حيث تكون الثمار المنتجة أقل عددًا وأصغر حجمًا، وتزداد فيها الإصابة بالأعفان، ومعدل التنفس، وتقل صلابتها ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة الكلية، ونكهتها مقارنة بثمار النباتات التى تأخذ كفايتها من التسميد الآزوتى دونما إفراط.

وتؤدى زيادة التسميد الآزوتى مع نقص البوتاسيوم والكالسيوم وضعف الإضاءة إلى زيادة نسبة الثمار الألبينو مع طراوتها.

الكالسيوم

كثيرًا ما أعطى التسميد بالكالسيوم اهتمامًا خاصًا بهدف زيادة صلابة الثمار، ولكن النتائج لم تكن دائمًا إيجابية.

فعندما رشت النباتات قبل الحصاد بمدة ٣-١٤ يومًا بكلوريد الكالسيوم بمعدل ٢٠ كجم للهكتار (٨,٤ كجم/فدان)، فإن ذلك انعكس إيجابيًا على الثمار أثناء التخزين حيث انخفضت معدلات طرواتها وإصابتها بالأعفان (عن Perkins-Veazie & Collins ١٩٩٥). وبالمقارنة .. أدى تسميد الفراولة بالكالسيوم رشًا أو عن طريق التربة – فى

دراسة أخرى – إلى تقليل أعفان الثمار، ولكن لم تجعل المعاملة الثمار أكثر صلابة (Makus & Morris ١٩٩٨).

وربما تؤدى المعاملة بالكالسيوم قبل الحصاد إلى تقليل إصابة الثمار بالأعفان بعد الحصاد بسبب زيادة المعاملة لمحتوى الجدر الخلوية من الكالسيوم؛ مما قد يؤدى إلى اعتراض وصول الإنزيم الفطرى بولى جالاكتورونيز polygalacturonase إلى البكتينات. كما أن زيادة الكالسيوم قد تحد من نفاذية الأغشية البروتوبلازمية. وقد أدى بالفعل رش نباتات الفراولة بالكالسيوم إلى زيادة محتوى الثمار الكلى من العنصر، وكذلك محتواها من البكتين؛ مما يدل على احتمال زيادة المعاملة لعملية لصق الجدر الخلوية معًا (عن Perkins-Veazie & Collins ١٩٩٥).

وبالمقارنة .. لم يؤثر تسميد الفراولة بنترات الكالسيوم – فى دراسة أخرى – على محتوى التخت الزهرى المتشحم من الكالسيوم، ولكنه أدى إلى زيادة محتوى الكالسيوم فى الثمار الحقيقية achenes (البذور)، وخاصة فى تلك التى تقع فى الجزء القاعدى – القريب من العنق – من التخت الزهرى (Makus & Morris ١٩٩٨).

كما وجد أن رش نباتات الفراولة قبل الحصاد بكلوريد الكالسيوم بتركيز ٢٪ أو ٤٪ إلى زيادة تركيز الكالسيوم فى الثمار، وزيادة نشاط إنزيم pectin methylesterase، ونقص نشاط إنزيم polygalacturonase (Scalon ١٩٩٩).

أدى رش ثمار الفراولة قبل الحصاد ٤ مرات بكيلات الكالسيوم Ca chelate بتركيز ١٥٠ جزء فى المليون وبمعدل ٢٠٠ لتر/١٠٠٠م٢ – مع استعمال المادة الناشرة توين ٢٠ – إلى زيادة صلابة الثمار عند التخزين لمدة ٣ أسابيع على الصفر المئوى، وزيادة محتواها من حامض الأسكوربيك عن ثمار الكنترول، كذلك انخفض محتوى هذه الثمار من البكتينات الذائبة فى الماء، بينما ازداد محتواها من البكتينات القابلة للذوبان فى حامض الأيدروكلوريك، كذلك أدت المعاملة بالكالسيوم إلى تثبيط نشاط العفن الرمادى (Wasna وآخرون ١٩٩٩).

المكافحة الجيدة للبوتريتس

للتفاصيل المتعلقة بمكافحة الفطر *Botrytis cinerea* المسبب لمرض العفن الرمادى، والذى يسبب مشكلة كبيرة بعد الحصاد .. يراجع الموضوع فى الفصل العاشر.

وقد وجد أن رش نباتات الفراولة مرة واحدة أسبوعيًّا أثناء فترتى الإزهار ونمو الثمار بأى من المبيدات الفطرية: iprodione، أو metameclan، أو captafol أدى إلى إحداث نقص جوهرى فى إصابة الثمار بالفطر *B. cinerea* خلال فترة تخزين امتدت لمدة ١٠ أيام بعد الحصاد على ٢°م، ثم الحفظ لمدة يومين على حرارة ٢٠°م – فى محاكاة لظروف الشحن البحرى – ثم العرض للبيع (Aharoni & Barkai-Golan ١٩٨٧).

المعاملة بالشيتوسان

قام Reddy وآخرون (٢٠٠٠) برش نباتات الفراولة بمحلول الشيتوسان (لمزيد من التفاصيل عن الشيتوسان .. يراجع الموضوع التالى) بتركيز ٢، و ٤، و ٦ جم/لتر عندما بدأت الثمار فى التلون بالأحمر، ثم رشت مرة أخرى بعد ١٠ أيام، وتم حصاد الثمار بعد ٥، و ١٠ أيام من كل رشة، ولقحت بالفطر *B. cinerea*، وخزنت فى حرارة ٣ أو ١٣°م. أحدثت معاملة الشيتوسان نقصًا جوهريًّا فى الإصابة بعفن الثمار بعد الحصاد، وحافظت على جودتها مقارنة بالكنترول، كما ازداد تأثير المعاملة فى مكافحة العفن بزيادة تركيز الشيتوسان، بينما ازداد العفن بزيادة كل من فترة التخزين وحرارة التخزين. وكانت الثمار التى قطفت من النباتات التى عوملت بالشيتوسان أكثر صلابة وأبطأ نضجًا، كما انعكس ذلك على محتواها من كل من الأنثوسيانين والحموضة المعايرة مقارنة بثمار الكنترول. ولم تكن لمعاملة الشيتوسان أية تأثيرات سامة على النباتات عند أى تركيز. وقد أدى الرش بالشيتوسان بتركيز ٦ جم/لتر مرتان بفاصل ١٠ أيام بينهما إلى حماية الثمار من العفن والمحافظة على جودة الثمار عند مستوى مقبول خلال فترة التخزين التى دامت ٤ أسابيع على ٣°م. وكان التأثير الوقائى للشيتوسان أكثر فاعلية فى ثمار القطفة الأولى بعد المعاملة عما فى ثمار القطفة التالية. وبدا واضحًا أن الشيتوسان يعوض التدهور الذى يحدث عند التخزين فى حرارة ١٣°م.

معاملات بعد الحصاد لتحسين الجودة والقدرة التخزينية

التعريض للضوء

أدى تعريض ثمار الفراولة من صنفى أوفرا Ofra، وأوريت Oriet اللذان يعانيان من سوء التلوين .. أدى تعريضهما لضوء فلورسنتى أبيض بقوة ١٧,٥، أو ١٤.٥ واط/م^2 –

على التوالى - لمدة ساعتين يوميًا على حرارة ٢°م إلى التغلب على مشكلة ضعف التلوين فى أوفرا، ومشكلة الأكتاف الخضراء فى أوريت، مع إحداث تحسين فى لون الثمار داخليًا وخارجيًا. هذا ولم تؤثر معاملة التعريض للضوء على جودة الثمار وصلابتها خلال التخزين الذى أجرى على ٢°م واستمر لمدة ٤٨ ساعة أو ١٢٠ ساعة (لمحاكاة الشحن الجوى والشحن البحرى، على التوالى)، ثم على حرارة ١٨°م لمدة ٧٢ ساعة (لمحاكاة فترة العرض بالأسواق). وقد أدت معاملة التعريض للضوء إلى خفض الإصابة بالأعفان فى كلا الصنفين (Saks وآخرون ١٩٩٦).

التعريض للأشعة فوق البنفسجية الصناعية

وجد Baka وآخرون (١٩٩٩) أن تعريض ثمار الفراولة للأشعة فوق البنفسجية UV-C بجرعة مقدارها ٠,٢٥ كيلوجول kJ/م^2، ثم تخزينها على حرارة ٤°م أدى إلى إبطاء نضج الثمار وشيخوختها.

كما وجد Nigro وآخرون (٢٠٠٠) أن معاملة ثمار الفراولة بجرعات منخفضة من الأشعة فوق البنفسجية الصناعية تراوحت بين ٠,٥، و ١,٠ كيلو جول/م٢ قللت أعفان الثمار المخزنة على ٢٠° ± ١°م جوهريًا. وقد أحدثت المعاملة زيادة فى نشاط الإنزيم phenylalanine ammonia-lyase بعد ١٢ ساعة من التعريض للأشعة؛ وهو ما يعنى تحفيز المعاملة لنشاط أيضى يقود إلى تمثيل مركبات فينولية، وهى التى تتميز غالبًا بنشاطها المضاد للفطريات. كذلك تزايد إنتاج الإثيلين فى الثمار بزيادة جرعة التعرض للأشعة فوق البنفسجية (حتى ٤,٠ كيلو جول/م٢)، وبلغ إنتاج الإثيلين ذروته بعد ٦ ساعات من المعاملة.

تغليف العبوات

يحقق تغليف عبوات الفراولة هدفين رئيسيين، هما: (١) تقليل فقد الرطوبة من الثمار، ومن ثم احتفاظها بنضارتها لفترة أطول، و(٢) زيادة مستوى ثانى أكسيد الكربون ونقص مستوى الأكسجين فى العبوات نتيجة لتنفس الثمار، ومن ثم الحد من نشاط الفطريات المسببة للأعفان.

وقد وجد أن تغليف عبوات الفراولة الحديثة الحصاد غير المعاملة بالمبيدات الفطرية بأغشية البولى فينيل كلورايد PVC المنفذة لغازات الهواء الجوى أدى إلى المحافظة على صفات الجودة بصورة كبيرة، حيث احتفظت الثمار بصلابتها وقل الفقد فى الوزن، وتأخر جفاف الكأس، وانخفضت جوهريًّا الإصابة بالعفن الرمادى. وقد صاحبت عملية التغليف زيادة فى نسبة ثانى أكسيد الكربون فى الهواء داخل العبوات (Aharoni & Barkai-Golan ١٩٨٧).

وعبأ Perez وآخرون (١٩٩٧) ثمار الفراولة من صنف كاماروزا فى بنتس سعة ٢٥٠ جم ثم غلفوها بأغشية البولى فينيل كلورايد، أو البولى بروبلين، أو لم يغلفوها، ثم وضعوا البنتس فى حرارة ٢°م لمدة ٣ أيام، ثم فى حرارة ١٦°م لمدة ٤ أيام لمحاكاة فترتى الشحن والعرض بالأسواق، على التوالى. وقد وجد الباحثون أن مستوى ثانى أكسيد الكربون ازداد فى اليوم السابع إلى ٥٪ عند التغليف بالبولى فينيل كلورايد وإلى ١٥٪ عن التغليف بالبولى بروبلين. وفى هذا اليوم السابع كانت ثمار العبوات المغلفة بالبولى بروبلين أصلب جوهريًّا عن كل من الثمار المغلفة بالبولى فينيل كلورايد والكنترول. وعلى الرغم من ازدياد دكنة اللون بصورة غير مرغوب فيها فى جميع المعاملات، إلا أن الثمار المغلفة كانت أفضل لونًا. وقد كان تركيز الكحول الإثيلى (الذى كان أهم المركبات المسئولة عن الطعم غير المرغوب فيه) فى اليوم السابع ٥٧، و ١٠٧، و ٧٥ جزءًا فى المليون فى الثمار المغلفة بالبولى فينيل كلوريد، والمغلفة بالبولى بروبلين، وثمار الكنترول غير المغلفة، على التوالى.

وقام Garcia وآخرون (١٩٩٨) بدراسة تغليف عبوات الفراولة بأنواع مختلفة من الأغشية، هى أغشية السيليلوز، والبولى بروبلين المثقب وغير المثقب، والبولى فينيل كلورايد، مع التخزين على حرارة ١٨°م لمدة ٤ أيام. ووجدوا أن التغليف فى البولى بروبلين غير المثقب أحدث أكبر زيادة فى نسبة ثانى أكسيد الكربون وأكبر خفض فى نسبة الأكسجين داخل العبوات، وأن ثمار تلك العبوات كانت أعلى الثمار جودة، ولكن مظهرها لم يكن مرغوبًا فيه بسبب التكثف الرطوبى. وبالمقارنة حدث انكماش – بسبب الفقد فى الوزن – عندما غلفت العبوات بالسيليلوز، بينما كانت أفضل الثمار مظهرًا هى التى غلفت عبواتها بالبولى بروبلين المثقب والبولى فينيل كلورايد، ولكن

الثمار التى غلفت بالبولى بروبلين المثقب تدهورت جودتها سريعًا. وفى دراسة أخرى (Garcia & Olias ١٩٩٨) خزنت الثمار على حرارة ٢°م لمدة ٣ أيام، ثم على حرارة ١٨°م، ووجد أن العبوات التى غلفت بالبولى فينيل كلورايد احتفظت بجودتها لمدة ٤ أيام على الأقل.

كما قام Nunes وآخرون (١٩٩٨) بدراسة تأثير تخزين ثمار الفراولة لمدة ٨ أيام على حرارة ١ أو ١٠°م، أو لمدة ٤ أيام على حرارة ٢٠°م، مع تغطية العبوات أو عدم تغطيتها بغشاء من البولى فينيل كلورايد على كل من الفقد الرطوبى والفقد فى حامض الأسكوربيك. وقد وجدوا أن الفقد فى حامض الأسكوربيك كان منخفضًا ولم يختلف بين معاملتى التغطية أو عدم التغطية على حرارتى ١، و ١٠°م، ولكن الفقد كان أكبر كثيرًا على حرارة ٢٠°م. وأدى التغليف إلى خفض الفقد فى حامض الأسكوربيك إلى الخُمس على حرارة ١، و ١٠°م، وإلى النصف على حرارة ٢٠°م، علمًا بأن ذلك التأثير لم يكن راجعًا إلى حدوث أى تغيرات فى مستوى الأكسجين أو ثانى أكسيد الكربون فى حالة التغليف لأن تلك التغيرات كانت محدودة للغاية؛ بما يعنى أن الفقد الرطوبى كان له تأثيرًا أكبر على حامض الأسكوربيك عن درجة حرارة التخزين. وقد أدى التغليف مع التخزين على حرارة ١ أو ١٠°م إلى خفض الفقد فى حامض الأسكوربيك إلى ١٣,٣٪ فقط من الفقد الذى حدث عند عدم التغليف مع التخزين على ٢٠°م.

امتصاص الإثيلين المحيط بالثمار

أدى استعمال المواد الممتصة للإثيلين – وهى التى تتكون من الفحم المشبع بالبروم، أو من برمنجنات البوتاسيوم – إلى امتصاص الإثيلين، وربما إلى زيادة صلابة الثمار قليلاً، ولكنها لم تقلل من الإصابة بأعفان الثمار (عن Perkins-Veazie & Collins ١٩٩٥).

وبينما أدت إضافة الإثيلين بتركيز ٢٠ ميكروليتر/لتر إلى تحفيز نمو الفطريات والإسراع بشيخوخة الثمار، فإن إضافة المركبات الممتصة للإثيلين – مثل برمنجنات البوتاسيوم – أدت – عند تخزين الفراولة على ٢°م – إلى تقليل الأعفان والمحافظة على صلابة الثمار.

وأدى تعريض ثمار الفراولة إلى تركيزات متناقصة من الإثيلين ما بين ١,٠، و ٠,٠٠٥ ميكروليتر/لتر علـى ٢٠°م، وصفر °م إلى المحافظة علـى صفات الجودة لفترة أطول، وتقليل الإصابة بالأعفان، مع بقاء الثمار أكثر صلابة مما فى الكنترول.

وعندما أضيفت برمنجنات البوتاسيوم للثمار المخزنة علـى ٢°م فـى ٧٪ ثـانى أكسـيد الكربون، كانت الثمار أكثر صلابة (عن Kim & Wills ١٩٩٨).

ولقد أوضحـت دراسـات Kim & Wills (١٩٩٨) أن إضافـة ثـانى أكسـيد الكربـون وبرمنجنات البوتاسيوم معًا أدت إلى نقـص تركـيز الإثيلـين فـى الهـواء أثنـاء التخزيـن، ونقص معدل تدهور الثمار. وكانت فـترة احتفـاظ الثمـار بجودتـها متناسـبة عكسـيًّا مـع لوغاريتم تركيز الإثيلين، وطرديًّا مع تركيز غاز ثانى أكسيد الكربونن. وقد أظهرت هـذه الدراسة أهمية فعل التركيز العالى لثانى أكسيد الكربون فى تثبيط إنتاج الإثيلين.

المكافحة الحيوية لأعفان الثمار

أدت معاملة ثمار الفراولة بالبرولنـترين pyrrolinitrin – وهـو مركـب مسـتخلص مـن الفطر *Penicillium cepacia* – إلى منع إصابة الثمار بـالعفن الرمـادى لـمدة خمسـة أيـام على ١°م.

كذلك ثبطت عزلات من الفطريـن *Trichoderma viride*، و *Gliocladium roseum* نمو الفطر المسبب للعفن الرمادى وتجرثمه (عن Perkins-Veazie & Collins ١٩٩٥).

تغطية الثمار بأغشية صالحة للأكل

لايتم تغليف ثمار الفراولة – بصورة فردية – فى الوقت الحالى بسبب ما يتطلبه ذلك من زيادة فى عمليات التداول، مع ما يستتبعها من أضرار ميكانيكية، ولكـن ربمـا نـرى فى المستقبل نظامًا لحفظ الثمار من التلـف بعـد الحصـاد يتضمـن التـبريد السـريع بالماء البـارد، ثـم تغليـف الثمـار بأغلفـة صالحـة للأكـل edible مـزودة بالميكروبـات المضـادة للفطريات المسببة للأعفان (عن Perkins-Veazie & Collins ١٩٩٥).

التغطية بالشيتوسان

إن الشيتوسان chitosan مادة عديدة التسكر كاتيونيـة شـبه منفـذة semi-permeable

ذات وزن جزيئى كبير؛ فهى β-(1,4)glucosamine polymer. وعلى خلاف الشيتين chitin، فإن الشيتوسان قابل للذوبان فى الأحماض العضوية المخففة. وعلى الرغم من أن الشيتوسان يعرف منذ أكثر من ١٠٠ عام، فإن إنتاجه التجارى لم يبدأ إلا فى سبعينيات القرن العشرين. ونظريًّا .. فإن الشيتوسان يعد مركبًا مثاليًّا لحفظ الثمار بالتغليف. وقد ثبتت فاعليته فى تثبيط نمو عديد من الفطريات، وإنتاجه للإنزيم شيتينيز chitinase، وهو إنزيم دفاعى ضد الفطريات. ونظرًا لأن الشيتوسان يكوّن غشاء شبه نفاذ؛ لذا .. فإنه يمكن أن يؤثر على تركيب الهواء الداخلى بالثمار، ويتوقع تقليله لفقد الرطوبة بالتبخر (عن Zhang & Quantick ١٩٩٨).

ويعتبر الشيتوسان مكونًا هامًا من مكونات الجدر الخلوية لبعض الفطريات المرضة للنباتات كما أنه ينتج كذلك من الشيتين الموجود بالقشريات بعملية deacetylation.

وقد أدى تغليف ثمار الفراولة بالشيتوسان ١٪ أو ٢٪ (وزن/حجم) إلى مكافحة الأعفان والمحافظة على صفات الجودة عند تخزين الثمار على ١٣°م. كما أحدث الغلاف زيادة معنوية فى نشاط كل من الـ chitinase، والـ β-1,3-glucanase مقارنة بثمار الكنترول. وكانت فاعلية الشيتوسان فى مكافحة الأعفان التى يسببها الفطرين *B. cinerea*، و *Rhizopus* sp. على حرارة ١٣°م مماثلة لكفاءة المبيد الفطرى ثيوبندازول TBZ. وكان للتغليف بالشيتوسان تأثيرات إيجابية على كل من صلابة الثمار، والحموضة المعايرة، ومحتوى الثمار من حامض الأسكوربيك والأنثوسيانين على ٤°م (Zhang & Quantick ١٩٩٨).

كذلك أدى الشيتوسان إلى زيادة نشاط إنزيم glucanohydrolase الذى كان مثبطًا للفطر *B. cinerea* (عن Reddy وآخرين ٢٠٠٠).

أغطية أخرى مأكولة

يؤدى تغليف ثمار الفراولة بأغشية مأكولة edible بالتفريش bruishing إلى تقليل فقدها للرطوبة.

وقد تكوّن أحد الأغطية الموصى بها من ١١ مل (سم^3) من PEG-400، و ٤٠ جم

أحماض دهنية/١٠٠ جم من MC-2000، وكانت الأحماض الدهنية هى الاستيارك stearic، والبالمتك Palmatic، والدودى كانوّك dodecanoic (Ayranci & Tunc ١٩٩٧).

كذلك أدى استعمال أغشية من النشا الغنى بالأميلوز إلى خفض الفقد الرطوبى واحتفاظ الثمار بصلابتها لفترة أطول عما فيما لو استعملت أغلفة من النشا المتوسط فى محتواه من الأميلوز. كذلك أدت أغلفة السوربيتول sorbitol، والجليسرول glycerol إلى خفض الفقد الرطوبى مع المحافظة على اللون. أما التغليف بسوربات البوتاسيوم potassium sorbate فقد قلل العد الميكروبى وأدى إلى زيادة فترة تخزين الثمار – على حرارة ١°م ورطوبة نسبية ٨٤,٨٪ – إلى ٢٨ يومًا مقارنة بأسبوعين فقط فى ثمار الكنترول (Garcia وآخرون ١٩٩٨ أ).

المعاملة بالمركبات العطرية الطبيعية التى تنتجها الثمار

يفيد تبخير ثمار الفراولة ببعض الغازات والمركبات العطرية القابلة للتطاير والتى تنتجها ثمار الفراولة بصورة طبيعية .. يفيد استعمالها فى تثبيط نمو الكائنات المسببة للأعفان، ولكن يتعين تحديد التركيز الذى يحقق الهدف دون التأثير على طعم الثمار أو نكهتها، ودون ترك أى متبقيات غير مرغب فيها على المنتج الطازج. فمثلاً .. وجد أن المعاملة بغاز الأسيتالدهيد acetaldehyde بتركيز ١٥٠٠ جزء فى المليون لمدة ٤ ساعات أدى إلى خفض الإصابة بالعفن الرمادى بنسبته ٢٠٪ مع تحسين طعم الثمار ونكهتها كذلك. هذا .. إلا أن الأسيتالدهيد يمكن أن يقلل من حموضة الثمار ومحتواها من المواد الصلبة الذائبة، وإلى زيادة محتواها من الكحول الإثيلى، والإثيل أسيتيت ethyl acetate، والإثيل بيوتريت ethyl butyrate. كذلك يمكن للمركبين الطبيعيين اللذان تنتجهما ثمار الفراولة، وهما: benzylaldehyde، و 2-nonanone .. يمكنهما تثبيط نمو الفطر *B. cinerea* دون إحداث تأثير سلبى على طعم الثمار أو نكهتها (عن Perkins-Veazie & Collins ١٩٩٥).

كذلك أثبت المركب (E)-2-hexenal فاعلية فى مكافحة أعفان الثمار، وظهر – فى البيئات الصناعية – أن عملية إنبات جراثيم الفطر *B. cinerea* كانت أكثر حساسية للمركب عن عملية نمو الغزل الفطرى. وقد أدت التركيزات المنخفضة من المركب إلى

تحفيز النمو الفطرى، وهو الأمر الذى حدث - كذلك - عند معاملة الثمار ذاتها؛ مما يعنى ضرورة زيادة تركيز المركب لكى يكون فعّالاً فى تثبيط أعفان الثمار بعد الحصاد (Fallik وآخرون ١٩٩٨).

كذلك أدت معاملة الفراولة بهذا المركب العطرى المتطاير (E-2-hexenal) إلى إحداث نقص جوهرى فى الإصابة بالعفن الرمادى عند إجراء المعاملة أثناء تخزين الثمار لمدة ٧ أيام على ٢°م، ثم نقلها - بعد توقف المعاملة - إلى ٢٢°م لمدة ٣ أيام، وذلك مقارنة بثمار معاملة الكنترول. وبالمقارنة فإن المعاملة بأى من المركبات العطرية (E)-2-hexenal diethyl acetal، أو benzaldehyde، أو methyl benzoate لم تكن مؤثرة (Ntirampemba وآخرون ١٩٩٨).

وعندما عرضت ثمار فراولة مصابة طبيعيًّا بالفطر *B. cinerea* لأبخرة عديد من المركبات المتطايرة التى تتواجد طبيعيًّا فى الثمار، وجد أن الكثير من تلك المركبات، مثل: benzaldehyde، و methyl benzoate، و methyl salicylate، و 2-nonanone، و 2-hexenal diethyl acetal، و hexanol، و E-2-hexen-1-ol تثبط نمو الفطر عند تركيزات منخفضة تقدر بالجزء فى المليون. كذلك كان لبعض المركبات تأثيرات سلبية على جودة الثمار. وبينما كانت بعض المركبات فعّالة بعد فترة قصيرة من المعاملة بها، لزم استمرار المعاملة على الدوام بمركبات أخرى لكى تكون فعّالة (Archbold وآخرون ١٩٩٧).

المعاملة بالمثيل سيكلوبروبين

قام Ku وآخرون (١٩٩٩) بتبخير ثمار ٤ أصناف من الفراولة بالمركب 1-methylcyclopropene (اختصارًا: 1-mcp) لمدة ساعتين على ٢٠°م بتركيزات تراوحت بين ٥، و ٥٠٠ نانوليتر/لتر، ثم تخزين الثمار على ٢٠ أو ٥°م فى هواء يحتوى على ٠,١ ميكروليتر من الإثيلين/لتر. وقد أدى تبخير الثمار بتركيز ٥-١٥ نانوليتر من المركب/لتر إلى زيادة فترة صلاحيتها للتخزين بنسبة حوالى ٣٥٪ فى حرارة ٢٠°م، و ١٥٠٪ فى حرارة ٥°م، ولكن زيادة تركيز الغاز عن ذلك أضعفت قدرة الثمار على التخزين بنسبة وصلت إلى ٣٠٪-٦٠٪ عند تركيز ٥٠٠ نانوليتر/لتر.

المعاملة بالمثيل جاسمونيت

تفيد معاملة ثمار الفراولة بالمثيل جاسمونيت methyl jasmonate فى مكافحة الأعفان. وهذا المركب رخيص نسبيًّا ولا يلزم للمعاملة به سوى كميات بسيطة، فلا يحتاج الأمر لأكثر من ٢٥ مل (سم^{3}) منه لمعاملة حمولة شاحنة كاملة، وهو لايترك أى أثر متبق.

تجرى المعاملة فى حرارة ٢٠°م باستعمال أبخرة المركب، ولهذا السبب فإنها ربما لا تكون مجدية مع محصول التصدير الذى يتعين تبريده أوليًّا فى خلال ساعة واحدة من حصاده، بينما تتطلب المعاملة بالمركب ساعتين على الأقل.

وقد درس Perez وآخرون (١٩٩٧) تأثير المثيل جاسمونيت على نضج ثمار الفراولة المقطوفة وذلك بحصادها وهى خضراء غير مكتملة النمو، وزراعتها فى بيئة تحتوى على ٨٨ مللى مولار سكروز فى إضاءة مقدارها ٣٠٠ ميكرومول لكل م٢ فى الثانية، لمدة ١٦ ساعة يوميًّا، مع حرارة مقدارها ٢٥°م نهارًا، و ١٥°م ليلاً، ورطوبة نسبية ٨٥٪، مع إضافة المثيل جاسمونيت إلى البيئة بتركيز ٥٠ ميكرومولار. وقد وجدوا أن إضافة المثيل جاسمونيت أحدثت زيادة معنوية فى كل من معدل التنفس وإنتاج الإثيلين بكل من الثمار البيضاء والوردية. كما ازداد نمو الثمار المعاملة بالمثيل جاسمونيت بمقدار ٥٥٪، مقارنة بزيادة مقدارها ٣٣٪ فقط فى ثمار الكنترول. وأدت المعاملة كذلك إلى إحداث تأثيرات معنوية فى تلوين الثمار، حيث حفزت تمثيل الأنثوسيانين فى خلال يومين من المعاملة، مع زيادتها لمعدل تحلل كلوروفيل أ، وكلوروفيل ب، وبدرجة أقل البيتاكاروتين والزانثوفيل xanthophyll.

المعاملة بأبخرة حامض الخليك

أدى تعريض ثمار الفراولة لبخار حامض الخليك بتركيز منخفض لفترة قصيرة مع تعبئتها فى عبوات ذات جو معدل إلى تقليل إصابتها بالأعفان وزيادة قدرتها التخزينية بأكثر من ضعف أو ثلاثة أضعاف ما يحدث فى الظروف العادية. وكان التركيز المستعمل من حامض الخليك هو ٥,٤ ملليجرام لكل لتر. وكانت الثمار قد لقحت أولاً بالفطر *B. cinerea*، ثم عرضت لأبخرة الحامض ثم عبئت وخزنت فى هواء تنخفض

فيه نسبة الأكسجين. وبعد ١٤ يومًا من التخزين كانت الثمار التى عوملت بهذه الطريقة خالية تمامًا من الإصابة بالأعفان مقارنة بنسبة إصابة ٨٩٪ فى ثمار الكنترول (Moyls وآخرون ١٩٩٦).

وفى دراسة أخرى وجد أن معاملة ثمار الفراولة بأبخرة الخل الأبيض (الذى يحتوى على ٥٪ حامض الخليك) أدت إلى خفض الإصابة بالعفن الرمادى إلى ١,٤٪ مقارنة بنسبة ٥٠٪ عفن فى ثمار الكنترول (Sholberg وآخرون ٢٠٠٠).

التبخير بأكسيد النيتريك

قام Wills وآخرون (٢٠٠٠) بتبخير ثمار الفراولة من صنف باخرو بأكسيد النيتريك NO (وهو غاز free radical) لمدة ساعتين على ٢٠°م بتركيزات تراوحت بين ١,٠، و ٤٠٠٠ ميكروليتر/لتر، ثم خزنت الثمار على حرارة ٢٠ أو ٥°م فى هواء يحتوى على ٠,١ ميكروليتر من الإثيلين/لتر، وهو تركيز يتواجد بصورة عادية فى أسواق الخضر والفاكهة. أدت المعاملة إلى زيادة فترة احتفاظ ثمار الفراولة بقدرتها على التخزين، وحصل على أفضل تأثير بالمعاملة بتركيز ٥–١٠ ميكروليتر أكسيد النيتريك/لتر حيث أدت إلى زيادة فترة الصلاحية للتخزين بمقدار ٥٠٪ فى كل من ٥، و ٢٠°م.

المعاملة بالحرارة

يذكر أنه أمكن مكافحة العفن الرمادى فى ثمار خمسة أصناف من الفراولة بعد الحصاد بمعاملة الثمار بالهواء الرطب على حرارة ٤٤°م لمدة ٤٠ دقيقة (عن Garcia وآخرين ١٩٩٦). كما وجد أن معاملة الثمار بالغمر فى الماء الساخن على حرارة ٤٤–٤٦°م لمدة ١٥ دقيقة أدت إلى منع الانتشار السريع للإصابة بالعفن الرمادى وحافظت فى الوقت ذاته على صلابة الثمار وجودتها؛ فلم تتكون رائحة غير مقبولة أو طعم غير مرغوب فيه (Garcia وآخرون ١٩٩٦).

وأدت معاملة ثمار الفراولة التامة التلون بالأحمر من صنف سلفا بالحرارة على ٣٩–٥٠°م لمدة ١–٥ ساعات، ثم وضعها فى حرارة الصفر خلال الليل، ثم حفظها على ٢٠°م لمدة ٣ أيام .. أدى ذلك إلى تحسين القدرة التخزينية للثمار ومنع الإصابة

بالأعفان، وكانت أفضل المعاملات هى التعريض لحرارة ٤٢ أو ٤٨ْم لمدة ٣ ساعات. وقد أدى التعريض لحرارة ٤٨ْم إلى تقليل معدل فقد الصلابة مقارنة بما حدث فى معاملة الشاهد، بينما لم تؤثر معاملة التعريض لحرارة ٤٢ْم جوهريًّا على تلك الخاصية. وقد أدت كلا المعاملتين إلى خفض تراكم الأنثوسيانين وخفض نشاط الإنزيم phenylalanine ammonia-lyase مقارنة بما حدث فى ثمار الكنترول. وأدت معاملة الحرارة على ٤٢ أو ٤٨ْم إلى تراكم خمسة من بروتينات الصدمة الحرارية heat shock proteins، بالإضافة إلى بروتين سادس ظهر فقط عند المعاملة بحرارة ٤٢ْم (Civello وآخرون ١٩٩٧).

المعاملة بأشعة جاما

تستخدم معاملة التعريض لأشعة جاما بجرعة تصل إلى واحد kGy – فى الولايات المتحدة – لأجل إبطاء النضج وتقليل الأعفان فى الخضروات والفواكه الطازجة. وفى الفراولة أدى تعريض الثمار لجرعة مقدارها ٠,٣–١,٠ kGy إلى نقص محتواها من الأنثوسيانين، دونما تأثير على حموضتها. ووجد أن معاملة قدرها واحد kGy قضت على الفطر *Rhizopus* بثمار الفراولة، ولكن لزم التعريض لجرعة مقدارها ٢ kGy للتأثير على الفطر بوتريتس *Botrytis*.

وقد كان الجمع بين التعبئة فى الهواء المعدل مع التعريض للإشعاع أكثر كفاءة فى تقليل الأعفان عن أى من المعاملتين منفردتين (عن Perkins-Veazie & Collins ١٩٩٥).

وأدت معاملة ثمار الفراولة من صنف تراى ستار Tristar بالإشعاع (electron-beam irradiation) بجرعات متزايدة من صفر إلى ٢ kGy عند ١٠ MeV إلى إحداث نقص موازٍ فى كل من شدة إحمرار الثمار وصلابتها، ولكنه أدى فى الوقت ذاته إلى تثبيط النمو الفطرى (*B. cinerea* بصورة أساسية) بالثمار المخزنة، وأدت جرعتا الإشعاع ١، و ٢ kGy إلى زيادة القدرة التخزينية بمقدار يومين وأربعة أيام، على التوالى.

هذا .. وتباع فى محلات السوبر ماركت بالولايات المتحدة ثمار الفراولة المعاملة بالإشعاع منذ عام ١٩٩٣ دونما اعتراض من المستهلكين (Gladon وآخرون ١٩٩٧).

الفصل العاشر

الأمراض والآفات ومكافحتها

تتواجد نباتات الفراولة فى الحقل على مدار العام إما فى المشاتل، وإما فـى الحقـول الإنتاجية؛ مما يعمل على استمرار تواجد المسببات المرضية. ويعـد الجـو الدافـئ السـائد فى مصر مثاليًّا للإصابة بعدد كبير من الأمراض. وتعد درجة الحرارة، والرطوبة الأرضيـة العالية، وابتلال النموات الخضرية من أهم العوامل البيئية التى تناسب انتشار الإصابات المرضية.

ونتناول بالدراسة فى هذا الفصل معظم الأمراض الهامة التى تصيب الفراولـة. ولمزيـد من التفاصيل عن أمراض الفراولة ومكافحتها .. يراجع Plakidas (١٩٦٤)، و Wilhelm & Nelson (١٩٨١)، و Childers (١٩٨١)، و Howard وآخريـــن (١٩٨٥)، و Mass (١٩٩٨).

الأمراض التى تصيب الفراولة فى مصر

تصاب الفراولة فى مصر بعدد كبير من الأمراض هى كما يلى (عن Ziedan ١٩٨٠):

المرض		المسبب
عفن الثمار الرمادى	fruit grey mold	*Botrytis cinerea*
عفن الثمار الجاف	fruit hard rot	*Rhizoctonia solani*
عفن الثمار الجلدى	fruit leather rot	*Phytophthora cactorum*
عفن الثمار الطرى	fruit soft rot	*Rhizopus nigricans*
الذبول الفيوزارى	fusarium wilt	*Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae*
لفحة الأوراق	leaf blight	*Dendrophoma obscurans*
تبقع الأوراق	leaf spot	*Ramularia fragariae (=Mycosphaerella fragariae)*
البياض الدقيقى	powdery mildew	*Spherotheca macularis*

المرض		المسبب
عفن الجذور	Root rot	*Fusarium solani*
		Pythium spp.
		Rhizoctonia solani
		Selerotium rolfsii
ذبول فيرتسيليم	verticillium wilt	*Verticillium albo-atrum*
نيماتودا الأوراق	leaf nematode	*Aphelenchoides* spp.
نيماتودا التقرح	lesion nematode	*Pratylenchus* spp.
نيماتودا تعقد الجذور	root knot nematode	*Meloidogyne* spp.

وسائل المكافحة المتكاملة لأمراض الفراولة

من أهم وسائل الحد من انتشار وتفاقم الإصابات المرضية فى الفراولة، ما يلى:

١ – تعقيم تربة الحقل إما بالتبخير بواسطة بروميد الميثايل، وإما بالتشميس.

٢ – تجهيز الحقل بطريقة تسمح بصرف الماء الزائد والأملاح جيدًا، وتفيد فى هذا الشأن زيادة ارتفاع المصاطب قدر المستطاع.

٣ – استخدام شتلات خالية من الإصابات المرضية فى الزراعة، سواء أكان ذلك فى المشاتل، أم فى الحقول الإنتاجية.

٤ – يفيد استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة فى منع ملامسة الثمار لها؛ مما يحد كثيرًا من الإصابة بأعفان الثمار، ويقلل من مشكلة العفن الرمادى.

٥ – تجنب زيادة كثافة الزراعة عما ينبغى حتى لا ترتفع الرطوبة النسبية كثيرًا حول النمو الخضرى، وحتى لا تطول فترة ابتلال الأوراق بالندى فى الصباح.

٦ – يفيد استعمال الرى بالتنقيط – حينما تنتفى الحاجة إلى الرى بالرش – فى تجنب ابتلال النموات الخضرية؛ مما يفيد فى الحد من إصابات النموات الخضرية وأعفان الثمار.

٧ – تفيد إزالة النباتات المصابة بالفيروسات والميكوبلازمات من المشاتل فى الحد من انتشار الإصابة بها. كذلك يمكن أن يفيد ذلك الإجراء فى الحد من انتشار الإصابة

بالأنثراكنوز، وتبقع الأوراق العادى، وتبقع الأوراق البكتيرى فى الحالات التى لا تزيد فيها الإصابة بأى من هذه الأمراض عن بضع نباتات فى الحقل.

٨ - يفيد استعمال الفطر *Trichoderma harzianum* فى مكافحة الفطريات التى تعيش فى التربة، مثل: الفيوزاريم، والرايزكتونيا، والبثيم، والـ *Colletotrichum*. يضاف *T. harzianum* إلى التربة، حيث ينافس الفطريات الأخرى المرضة للنبات، ويقلل خطرها، ولكنه لا يوفر حماية كاملة منها.

كذلك يستعمل الفطر *T. harzianum* مخلوطًا مع الإبروديون iprodione فى المكافحة المتكاملة للبوتريتس، حيث ينافس *B. cinerea* على سطح ثمرة الفراولة. ويعد الفطر *T. harzianum* مقاومًا لمعظم المبيدات الفطرية.

٩ - تجنب نقل التربة من الأماكن التى تنتشر فيها بعض الأمراض، مثل: الأنثراكنوز، وذبول فيرتسيلليم، وعفن التاج الفيتوفثورى، وهى أمراض تحدثها فطريات تعيش مسبباتها فى التربة، ويمكن أن تنتقل مع التربة الملوثة.

١٠ - ولهذا السبب .. يفضل بدء العمل فى أكثر الحقول خلوا من الإصابات المرضية، ثم الانتقال منها إلى الحقول الأخرى، لتقليل انتشار الأمراض بواسطة العمال والآلات.

١١ - يفيد حصاد جميع الثمار الزائدة النضج، وكذلك جمع جميع الثمار المتعفنة والتخلص منها خارج الحقل .. يفيد ذلك فى الحد من انتشار بعض الأعفان مثل أعفان *Botrytis*، و *Rhizopus*.

١٢ - تلعب معاملات بعد الحصاد المناسبة دورًا رئيسيًّا فى الحد من إصابة الثمار بالأعفان. ويفيد فى هذا الشأن تجنب إلحاق الضرر بالثمار، وعدم تعريضها لأشعة الشمس المباشرة قدر المستطاع، وتبريدها أوليًّا بأسرع ما يمكن بعد حصادها.

١٣ - الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة (جدول (١٠-١))، ولكن استعمال المبيدات لا يؤتى ثماره فى مكافحة الأمراض إلا إذا أجرى الرش قبل حدوث الإصابة أو فى بدايتها. ويتعين وصول المبيد إلى جميع الأسطح النباتية بما فى ذلك السطح السفلى للأوراق. وهو أمر لا يتأتى إلا بالرش تحت ضغط لا يقل عن ١٠,٥ كجم/سم^{2} (١٥٠ رطل/بوصة مربعة). ويكون الرش عادة أسبوعيًّا أو مرتين أسبوعيًّا.

جدول (١٠-١): المبيدات الفطرية الموصى بها للفراولة (Picha ١٩٩٩).

المبيد		أعلى معـدل من المادة	
الاسم الكيميائى	الاسم التجارى	الفعالة للفدان فى كل مرة	أهم الأمراض التى يكافحها
Metalaxyl	Ridomil 2E	٢ لتر	أمراض البثيم عفن الجذور الأحمر
Iprodione	Rovral[أ]	٠,٥٤ كجم	بوتريتس، وميكور
Captan	Captan	١,٠ كجم	بوتريتس، وبقع الأوراق، والعفن الجلدى، والبياض الدقيقى، والميكور
Sulfur	Sulfur	٢ كجم	البياض الدقيقى
Benomyl	Benlate	٠,٢٣ كجم	البوتريتس، والبقع الورقية، واحتراق الأوراق، ولفحة الأوراق، والبياض الدقيقى
Thiophanate-methyl	Topsin	٠,٣٢ كجم	البوتريتس، والبقع الورقية، واحتراق الأوراق، ولفحة الأوراق، والبياض الدقيقى
Copper Sulfate[ب]	Kocide 101	١,٣٥ كجم	تبقع الأوراق الزاوى
Vinclozolin	Ronilan	٠,٦٥ كجم	البوتريتس، والميكور
Thiram	Thiram	١,٤ كجم	البوتريتس، والبقع الورقية، والعفن الجلدى، والبياض الدقيقى.

أ – يجب عدم تأخير الرشة الأولى عن وقت إزهار ١٠٪ من النباتات، مع عدم استعمال المبيد فى أكثر من أربع رشات خلال الموسم كله.

ب – قد يؤدى الاستعمال المتكرر للمبيدات التى تحتوى على كبريتات النحاس إلى الإضرار بالنباتات.

ولأجل الحد من ظهور مشاكل السلالات المقاومة لمبيدات معينة، فإنه يتعين تناوب الرش بمبيدات مختلفة. ونظرًا لأن تطور المقاومة يعد مشكلة حقيقية مع مبيدات مثل البنليت Benlate، والتوبسن Topsin، والرونيلان Ronilan، فإنه يتعين دائمًا استعمالها مخلوطة بمبيدات أخرى ذات فعل مختلف مثل الكابتان Captan، والثيرام Thiram.

كذلك يراعى استعمال أقل المبيدات خطرًا على الحشرات والعناكب النافعة.

عفن الجذور الأحمر (أو القلب الأحمر)

المسبب

يسبب الفطر *Phytophthora fragariae* مرض عفن الجذور الأحمر، أو القلب الأحمر red stele، وهو من الأمراض الخطيرة التى تنتشر فى معظم المناطق الهامة لزراعة الفراولة فى العالم. وعلى الرغم من أن هذا المرض لم يسجل ظهوره فى مصر بعد، إلا أنه يمكن أن يصل إلينا فى أى وقت مع شتلات الفراولة المصابة إن لم تتخذ الاحتياطات المناسبة لفحص الشتلات المستوردة بشكل دقيق. هذا .. وتعرف عديد من السلالات الفسيولوجية للفطر المسبب للمرض.

الأعراض

تظهر أعراض الإصابة على صورة تدهور عام فى نمو النبات، مع موت الجذور القديمة أولاً، ثم موت الجذور الجديدة - التى تتكون فى تاج النبات - من القمة إلى القاعدة. ويتلون مركز الجذور المصابة بلون بنى ضارب إلى الأحمر، بينما تكون باقى الأنسجة طبيعية، ولونها أبيض مشوب بالاصفرار. أما قمة الجذور المصابة .. فتكون طرية وسوداء ومتعفنة.

وتؤدى الإصابة الشديدة إلى ذبول النبات وموته فى نهاية المطاف، ولكن الإصابات البسيطة تؤدى إلى ضعف النمو النباتى، ونقص المحصول، وصغر حجم الثمار.

هذا .. وتحدث الإصابة من خلال الجروح والقمة النامية بالجذور، ثم تمتد إلى أعلى حتى حدود تاج النبات، ولكنها لا تنتشر فيه.

الظروف المناسبة للإصابة

ينشط الفطر فى الأراضى الثقيلة الرديئة الصرف الباردة التى تتراوح حرارتها بين ١٥، و ٢٠°م.

يعيش الفطر فى التربة لعدة سنوات على صورة جراثيم بيضية oospores، وهى التى تنبت فى الظروف المناسبة لتعطى أكياسًا جرثومية sporangia.

المكافحة

من أهم وسائل مكافحة المرض، ما يلى:

١ – زراعة الأصناف المقاومة، وهى كثيرة.

٢ – عند الزراعة فى حقول غير معقمة – وهو ما لا يوصى بـه – فإنـه يتعين إتباع دورة زراعية عند زراعة الأصناف المقاومة، وذلك لأن الفطر المسبب للمرض يمكنـه إنتاج سلالات فسيولوجية جديدة قادرة على كسر المقاومة. ويؤدى استمرار زراعة نفس الصنف فى الحقل عامًا بعد آخر إلى إكثار هذه السلالات.

٣ – تعقيم التربة ببروميد الميثايل.

٤ – تحسين الصرف والزراعة على مصاطب مرتفعة.

٥ – استعمال شتلات معتمدة – خالية من الإصابة – فى الزراعة.

٦ – اتباع البرنامج التالى للمكافحة باستعمال المبيدات:

أ – غمر الشتلات قبل الشتل فى محلول يحتوى على ٠,٨ كجم من المادة الفعالة للمبيد Fosetyl-A1 (مثل الألييت Aliette) لكل ٤٠٠ لتر ماء، ثم الرش بالمبيد ذاته بمعدل ١,٢٥ كجم من المادة الفعالة فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

ب – الرش بالميتالاكسيل metalaxyl (مثل الريدوميل Ridomil) بمعدل ٠,٥٥ كجم من المادة الفعالة فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان، وذلك على النباتات وحولها على سطح التربة.

جـ – رش النباتات والتربة بأوكسى كلوريد النحاس بمعدل ١,١ كجم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان (عن Picha ١٩٩٩).

عفن الجذور الأسود

نميز هنا بين الحالة الفسيولوجية: الجذور السوداء black roots التى أسلفنا وصفها وبيان مسبباتها فى الفصل الثامن، وبين هذه الحالة المرضية التى تعقب – عادة – حالة الجذور السوداء، والتى تعرف باسم عفن الجذور الأسود black root rot.

المسببات

تسبب مرض عفن الجذور الأسود مجموعة من الفطريات، وأحد أنواع نيماتودا التقرح، كما يلى:

● الفطريات:

Rhizoctonia fragariae

Rhizoctonia solani

Pythium ultimum

Pythium irrigulare

Fusarium spp.

Pyrenochaeta spp.

Ceratobasidium sp.

Cylindrocarpon destructans

Idriella lunata

Macrophomina phaseoli

● النيماتودا:

Pratylenchus penetrans

هذا .. ويعرف عفن الجذور الذى يسببه الفطر *R. fragariae* باسم عفن جذور رايزكتونيا Rhizoctonia root rot، بينما يعرف عفن الجذور الذى يسببه الفطر *R. solani* باسم عفن جذور رايزكتونيا سولانى.

الأعراض

تؤدى الإصابة بأى من هذه الفطريات إلى موت الجذور الصغيرة النشطة فى الامتصاص، وتلون الجذور الرئيسية ببقع ذات لون أسود أكثر دكنة عن بقية الجذر، (شكل ١٠-١، يوجد فى آخر الكتاب)، وموت قمتها، وضعف النمو النباتى بشكل عام.

وتؤدى الإصابة بالفطر *R. fragariae* إلى موت كلا من الجذور الرئيسية والجذور

الدقيقة الماصة. وتكون البقع المرضية على الجذور الرئيسية الصغيرة والجذور الدقيقة ذات لون بنى ضارب إلى الحمرة، ولكنها تزداد دكنة مع تقدم الإصابة، وتصبح الجذور الدقيقة المغذية مائية المظهر وتتحلل. ويؤدى ذلك إلى تقزم النباتات بشدة (Mass ١٩٩٨)، وقد تموت ببطء أو تستعيد نموها من جديد إذا ما تحسنت حالة الصرف.

ويمكن تمييز الإصابة بعفن الجذور الأسود عن أمراض الجذور والتاج الأخرى بغياب تلون القلب باللون الأحمر والتاج أو الحزم الوعائية بالبنى. ومن أهم مظاهر الإصابة بعفن الجذور الأسود عفن الجذور الكبيرة السميكة وموتها مبكرًا بعد تحولها إلى اللون الأسود، وتوقف الجذور الصغيرة المغذية عن التكوين وموت الموجود منها.

الظروف المناسبة للإصابة

تعيش جميع الفطريات المسببة لعفن الجذور الأسود فى التربة، ويناسبها الجو البارد والتربة الرطبة السيئة الصرف، وتحدث الإصابة فى كل من المشتل والحقل الإنتاجى.

المكافحة

لا تتوافر أصناف من الفراولة مقاومة لعفن الجذور الأسود.

ومن أهم وسائل مكافحة المرض، ما يلى:

١ – تعقيم التربة.

٢ – تحسين الصرف وعدم الإفراط فى الرى.

٣ – نقع جذور الشتلات لمدة ٢٠ دقيقة قبل الزراعة فى محلول أحد المبيدات الفطرية المناسبة، مثل: فيتافاكس كابتان بمعدل ١,٥ جم/لتر ماء، أو فيتافاكس ثيرام بمعدل ١,٥ جم/لتر ماء، أو بنليت ثيرام بمعدل ١,٥ جم/لتر ماء.

٤ – وجد أن زراعة الفراولة فى دورة مع الشوفان – مع تسميد الفراولة بسلفات النشادر بدلاً من نترات الكالسيوم – يحد من إصابتها بمرض عفن الجذور الأسود، ويزيد المحصول. ويبدو أن الشوفان يؤدى إلى زيادة تيسر المنجنيز فى التربة من خلال تأثيره على كائنات التربة الدقيقة المؤكسدة أو المختزلة له، كما يؤدى التسميد بسلفات

النشادر إلى زيادة محتوى النبات من المنجنيز مقارنة بالتسميد بنترات الكالسيوم (Elmer & LaMondia ١٩٩٩).

٥ - رى النباتات بعد ١٠ أيام من زراعتها بمحلول توبسن ٠,١٪ + ريزولكس تى ١,٥ فى الألف، ثم بعد ١٠ أيام أخرى بمحلول أنتراكول كومبى ٢,٥ فى الألف، ثم بعد شهر من الزراعة بمحلول توبسن ٠,١٪ + كابتان ٠,٢٪.

عفن التاج والبراعم الرايزكتونى، ولفحة وب، وإصابة العروق

المسبب

يشترك الفطر *Rhizoctonia solani* مع المسببات الأخرى - التى أسلفنا بيانها - فى الإصابة بمرض عفن الجذور الأسود، كما يسبب الفطر - منفردًا - الأمراض التالية:

١ - عفن التاج والبراعم الرايزكتونى Rhizoctonia crown and bud rot.

٢ - لفحة وب Web blight.

٣ - إصابة العروق Vein infection.

الأعراض

تؤدى إصابة تاج النبات إلى قتل البراعم الخضرية والزهرية، ويؤدى موت البرعم الرئيسى إلى موت النبات كله إلا إذا تكونت براعم جانبية غير مصابة، حيث يستمر النمو النباتى، ولكن مع إصابة هذه البراعم الجديدة بصورة تدريجية.

يصيب الفطر البراعم الزهرية فى أى مرحلة من مراحل تكوينها. وإذا أصيبت فى مرحلة مبكرة، فإنها تتعفن عفنًا جافًا وتموت. وإذا أصيب برعم متفتح أو على وشك التفتح، تظهر على أوراق الكأس بقع كبيرة قرمزية أو سوداء اللون، كما يصبح مركز الزهرة أسود اللون كذلك.

وتؤدى الإصابة بالرايزكتونيا فى المشتل إلى تكوين عفن لزج فى أوراق البراعم والسيقان، وعفن جاف فى قواعد الأوراق والبراعم.

وفى لفحة وب ينمو الفطر على السطح السفلى للأوراق، ويؤدى إلى موتها.

أما فى حالة إصابة العروق فإن الفطر يصيب العرق الرئيسى من جهة السطح السفلى للورقة، ويوقف نموه فى مكان الإصابة؛ مما يؤدى إلى التفاف الوريقات لأسفل وظهور تجعدات بها.

وإذا أصيبت قواعد الأوراق المسنة بالفطر فإنها تتعفن عفنًا جافًا، وترقد الأوراق على سطح الغطاء البلاستيكى للتربة، وقد تبقى الأوراق لفترة طويلة وهى على ذا الوضع (عن Howard ١٩٨٥).

الظروف المناسبة للإصابة

تناسب الإصابة بجميع الأمراض التى يسببها الفطر *R. solani* درجات الحرارة المنخفضة، والرطوبة النسبية العالية، وتزاحم النمو النباتى وزيادة كثافته سواء أكان ذلك فى المشتل، أم فى الحقل الدائم. كما تزداد شدة الإصابة عند الإفراط فى الرى، وفى الأماكن الرديئة الصرف من الحقل، وعند زيادة معدلات الرى بالرش فى المشاتل. كذلك تزداد فرصة الإصابة بالمرض عند غرس الشتلات – فى المشتل أو فى الحقل الإنتاجى – عميقًا فى التربة – إلى حد تغطية البرعم الرئيسى – ولو جزئيًا – بالتربة. كما تشتد الإصابة عند تكويم التراب حول النباتات أثناء العزيق.

المكافحة

تكافح الأمراض التى يسببها الفطر *R. solani* بمراعاة ما يلى:

١ – تعقيم التربة ببروميد الميثايل، أو بالتشميس solarization:

أدى تعقيم التربة بالتشميس إلى خفض الإصابة بالمرض، وتقليل حالات موت النباتات، بالإضافة إلى تحسين النمو النباتى، وزيادة المحصول، وتحسين نوعية الثمار (Fahim وآخرون ١٩٩٤).

٢ – غمر جذور وتيجان الشتلات قبل الزراعة فى محلول أحد المبيدات الفطرية المناسبة.

٣ – يتعين لمكافحة المرض فى المشاتل عدم غرس شتلات الأمهات عميقًا إلى درجة تغطية البرعم الطرفى – ولو جزئيًا – بالتربة، مع زراعتها متباعدة عن بعضها البعض

بالقدر الكافى لكى لا تصبح شديدة التزاحم بعد تكوين المدادات، لأن التزاحم لايسمح بسرعة جفاف النموات الخضرية عقب الرى بالرش.

٤ - يلزم كذلك المعاملة بأحد المبيدات الفطرية المناسبة كل ٣-٤ أيام، وذلك بعد مرور ٣-٤ أسابيع من الشتل (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

٥- التسميد الآزوتى المناسب:

أدى التسميد النيتروجينى باستعمال سلفات النشادر إلى خفض الإصابة بالمرض بنسبة ١٢,٥٪ مقارنة بالإصابة عند استعمال نترات الكالسيوم كمصدر للنيتروجين (Elmer & LaMondia ١٩٩٥).

عفن التاج الفيتوفثورى

المسبب

يسبب الفطر *Phytophora cactorum* مرض عفن التاج الفيتوفثورى Phytophora crown rot، وهو المرض الذى يعرف اختصارًا باسم عفن التاج crown rot.

الأعراض

تظهر الإصابة على صورة ضعف عام فى نمو النبات، واصفرار الأوراق، وظهور مناطق متحللة بها. كما تتحلل جذور وتيجان النباتات المصابة، وتموت النباتات فى النهاية.

تبدأ الإصابة - عادة - فى مكان من التاج، ولكنها لاتلبث أن تُحلِّقهُ. وقد تبقى الجذور سليمة أو قد تصبح بنية أو سوداء اللون. وإذا عمل قطع طولى فى التاج المصاب تبدو الأنسجة المتأثرة بالمرض مائية المظهر وذات لون بنى متجانس لا يكون مقتصرًا على النسيج الوعائى. هذا بينما تبدو أنسجة التاج فى النباتات السليمة بيضاء اللون إذا ما قطعت طوليًا.

الظروف المناسبة للإصابة

تزداد الإصابة بعفن التاج الفيتوفثورى فى الأراضى الرطبة، بينما تزداد شدة أعراض الإصابة عند نقص الرطوبة الأرضية.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – تعقيم التربة ببروميد الميثايل.

٢ – استعمال شتلات معتمدة خالية من الفطر فى الزراعة (Harris وآخرون ١٩٩٧).

٣ – عدم الزراعة فى الأراضى الرديئة الصرف.

٤ – تحضير مصاطب الزراعة بصورة جيدة.

٥ – اختيار الأصناف التى تتحمل الإصابة بالمرض لزراعتها؛ فمثلاً .. يعد الصنف شاندلر أكثر مقاومة عن باخارو.

٦ – تكافح أعفان التاج والجذور – بمختلف مسبباتها الفطرية – بغمس جذور الشتلات وتيجانها قبل الزراعة مباشرة فى محلول من البلانت جارد مع الهيومكس بتركيز لتر واحد من كل منهما لكل ٧٥ لتر ماء.

٧ – غمر جذور وتيجان الشتلات قبل الزراعة فى محلول أحد المبيدات الفطرية المناسبة.

٨ – المعاملة بالمبيدات الفطرية المناسبة، مثل الريدوميل Ridomil، والآلييت Aliete مع مياه الرى، وذلك بعد الشتل أثناء الرى بالرش، وبعد ذلك أثناء الرى بالتنقيط، وقد يرش على سطح التربة، ثم يدفع فيها بالرى بالكمية المناسبة من مياه الرى بالرش (حوالى ٦٣م^{٣} للفدان). تقتل هذه المبيدات الفطر المتواجد فى التربة، كما تمنع حدوث الإصابة من خلال نشاطها الجهازى فى النبات (عن Picha ١٩٩٩).

اللفحة الجنوبية

المسبب

يسبب مرض اللفحة الجنوبية Southern Blight فى الفراولة الفطرين *Sclerotium rolfsii*، و *S. bataticola*.

الأعراض

تؤدى الإصابة بالفطر إلى ظهور عفن رطب فى تاج النبات، وأعناق الأوراق، والبراعم فى المشاتل. ويمكن غالبًا رؤية غزل الفطر الأبيض اللون ناميًا بكثافة عالية على

التيجان المصابة والتربة المحيطة بها، كما تظهر الأجسام الحجرية للفطر – وهى صغيرة وصلبة – متناثرة فى الغزل الفطرى، ولايزيد حجم الواحدة منها – عادة – عن حجم البذرة الحقيقية للفراولة. تكون هذه الأجسام الحجرية بيضاء اللون فى البداية، ثم تصبح رمادية، ثم تتغير إلى اللون البنى القاتم.

وتؤدى إصابة النباتات فى الحقل الإنتاجى بعد شتلها إلى ظهور عفن جاف بالأوراق الصغيرة، والبرعم الرئيسى، وفى كل البراعم الزهرية أو بعضها. وبينما تقضى الإصابة على الأوراق الصغيرة والبراعم، فإن الأوراق المسنة تبقى خضراء اللون لأسابيع قليلة قبل أن تستقر على سطح الغطاء البلاستيكى للتربة بسبب إصابة أعناقها. ويمكن – عادة – مشاهدة الأجسام الحجرية للفطر فى البرعم الرئيسى وفى أعناق الأوراق المسنة (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

الظروف المناسبة للإصابة

تناسب الإصابة باللفحة الجنوبية الجو الحار الرطب، وتزداد شدة الإصابة فى الحقل الإنتاجى – عادة – فى نهاية الموسم عند ارتفاع درجة الحرارة.

المكافحة

أمكن مكافحة الفطر *S. rolfsii*، و *S. bataticola* بتعقيم التربة بالتشميس solarization (Fahim وآخرون ١٩٩٤).

الذبول الفيوزارى

المسبب

يسبب فطر *Fusarium oxysporum* f. sp. *fragariae* مرض الذبول الفيوزارى fusarium wilt فى الفراولة.

الأعراض

يصاب النبات بالمرض فى أى مرحلة من نموه، وتظهر الأعراض على صورة اصفرار فى الأوراق السفلية للنباتات، يمتد تدريجيًا إلى الأوراق العلوية. ومع تقدم الإصابة ..

تصبح حواف الأوراق السفلية قرمزية إلى بنية اللون، ثم يضعف النبات المصاب، ويذبل، ويموت. ويلاحظ عند قطع الساق - طوليًا أو عرضيًا - وجود تلون بنى محمر فى الأوعية الخشبية.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر المسبب للمرض فى التربة لعدة سنوات، وتزداد خطورته فى درجات الحرارة المرتفعة، وفى حالات عدم انتظام الرطوبة الأرضية.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - غمس جذور الشتلات لمدة ٢٠ دقيقة قبل الزراعة مباشرة فى محلول بنليت ٥٠٪، أو بنليت ثيرام، أو فيتافاكس كابتان، أو فيتافاكس ثيرام، أو توبسين م ٧٠، أو مونسرين كابتان بمعدل ١ جم/لتر ماء، أو تراكوت ل ٢٠٥، أو دياثين ٥٠/٥٠، بمعدل ٣ جم/لتر ماء، أو بأى من المبيدات التى أسلفنا الإشارة إليها تحت أعفان الجذور.

٢ - عدم المغالاة فى الرى.

٣ - تعقيم تربة الزراعة ببروميد الميثايل.

٤ - رى النباتات فى أول أسبوعين بعد الشتل بتركيزات مخففة من أحد المبيدات المناسبة، مثل: بنليت، وبريفكور-ن، وتراكلور.

٥ - معاملة التربة بالمبيدات المحببة مثل البازميد (وزارة الزراعة - جمهورية مصر العربية ١٩٨٥، وأبو بلان ١٩٨٨).

٦ - المكافحة الحيوية:

أفاد فى المكافحة الحيوية للفطر *F. oxysporum* f. sp. *fragariae* المسبب لمرض الذبول الفيوزارى عدوى التربة بكائنين دقيقين، هما: العزلة B501 من البكتيريا *Bacillus* spp.، والعزلة S506 من الاستربتوميسس *Streptomyces* spp.، مع المحافظة على تواجدهما فى التربة بتركيز مرتفع حتى بداية الإزهار، وهى المرحلة التى تبدأ عندها أعراض الذبول فى الظهور على نباتات الفراولة. وبالمقارنة بالتبخير ببروميد الميثايل الذى أدى إلى مكافحة المرض بنسبة ١٠٠٪، أدت المعاملة بالباسيلّس إلى تحقيق

٩٤٪ مكافحة ولم تختلف جوهريًا عن معاملة بروميد الميثايل، بينما أعطت معاملة الاستربتوميسس مكافحة بنسبة ٧٧٪ وكانت أقل جوهريًا من معاملتى بروميد الميثايل والباسلّس (Wang وآخرون ١٩٩٩).

ذبول فيرتسيلليم

المسبب

يسبب الفطران *Verticillium dahliae*، و *V. albo-atrum* مرض ذبول فيرتسيلليم verticillium wilt فى الفراولة.

الأعراض

تؤدى الإصابة بذبول فيرتسيلليم إلى ذبول الأوراق المسنة أولاً وجفافها بين العروق، وتتحول حواف تلك الأوراق إلى اللون البنى القاتم أو الأسود، وغالبًا ما تظهر على أعناقها خطوط أو بقع بنية اللون، بينما تبقى الأوراق الحديثة خضراء اللون، ولكن مع تلون حوافها باللون الأصفر، وقد يظهر عليها ذبول خفيف. ومع تقدم الذبول تتحول تدريجيًا الأوراق الأحدث فالأكثر حداثة إلى اللون البنى القاتم أو الأسود. تذبل النباتات ببطء، وقد تعيش النباتات المصابة وهى متقزمة وذابلة جزئيًا لمدة ثلاثة أشهر أو أكثر من ذلك، ويمكن أن تعاود النباتات نموها من جديد إذا ظلت حية حتى الربيع (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

تبدأ أعراض المرض فى الظهور مع بداية مرحلة الإثمار.

ومما يميز الإصابة بذبول فيرتسيلليم عن أمراض الجذور والتاج التى يسببها الفطر فيتوفثورا أن الأوراق الصغيرة الداخلية تبقى خضراء اللون ومنتصبة فى حالة الإصابة بذبول فيرتسلليم، بينما تذبل كل أوراق النبات الكبيرة والصغيرة على حد سواء فى حالة إصابات فيتوفثورا.

وإذا ما قطع تاج النبات المصاب بذبول فيرتسيلليم طوليًا فإنه يمكن غالبًا رؤية التلون الأصفر الباهت بالحزم الوعائية. وتكون الجذور الجديدة المتكونة من منطقة التاج قصيرة، وذات قمة سوداء اللون.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر فى التربة لمدة ١٠ سنوات، ويصيب عوائل أخرى كثيرة، منها: الفلفل، والطماطم، والبطاطس، والباذنجان، والبامية، والقطن، ويناسبه الجو المائل إلى البرودة.

وتزداد شدة الإصابة بالمرض فى النباتات ذات النمو الخضرى الغزير التى سمدت جيدًا بالنيتروجين.

المكافحة

يكافح مرض ذبول فيرتسيلليم بنفس الطرق التى سبق بيانها بالنسبة لمرض الذبول الفيوزارى، ومن أهم وسائل المكافحة، ما يلى:

١ – تعقيم التربة ببروميد الميثايل أو بسترتها بالتشميس.

٢ – اتباع دورة زراعية لا تزرع فيها الفراولة بعد الأنواع النباتية الأخرى التى تصاب بنفس الفطر.

٣ – زراعة الأصناف المقاومة، وهى متوفرة.

٤ – استعمال شتلات معتمدة خالية من الفطر فى الزراعة.

٥ – معاملة الشتلات بالمطهرات الفطرية قبل الزراعة.

البياض الدقيقى

المسبب

يسبب الفطر *Sphaertheca macularis* f. sp. *fragariae* مرض البياض الدقيقى powdery mildew فى الفراولة.

الأعراض

تظهر أعراض الإصابة فى البداية على صورة نمو أبيض إلى وردى اللون متناثر (قليل الكثافة) من غزل الفطر على السطح السفلى للوريقات، تظهر فيه جراثيم الفطر المسحوقية، وهى صغيرة وشفافة تقريبًا. ومع زيادة شدة المرض تزداد عدد الوريقات

المصابة، وينتشر غزل الفطر إلى أن يغطى كل السطح السفلى للوريقات تقريبًا، وتظهر على السطح العلوى للوريقات – فى الأجزاء التى أصيبت لبعض الوقت – بقع صفراء أو سوداء اللون يمكن أن يصل قطرها إلى ٨ ملليمترات. ومع استمرار الإصابة تلتف حواف الوريقات إلى أعلى، وتأخذ النباتات المصابة مظهرًا فضيًا. وتظهر أحيانًا فى الغزل الفطرى أجسامًا صغيرة هى التراكيب الثمرية (الكليستوثيسيا cleistothecia) الخاصة بالفطر، وهى تكون بيضاء اللون فى البداية، ثم تتحول إلى اللون الأسود. وتؤدى الإصابة – فى نهاية الأمر – إلى تحول الأوراق إلى اللون البنى، ثم جفافها وموتها.

كذلك تتشوه أزهار الفراولة التى تصاب بالبياض الدقيقى، ويقل عددها، وقد تموت، وخاصة عند إصابة أعناقها.

وقد تصاب ثمار الفراولة بمرض البياض الدقيقى وهى مازالت صغيرة وخضراء اللون، فتبقى صلبة، ويتغير لونها بعد الإصابة إلى البرونزى أو البنى، ويظهر على سطحها شبكة من الشقوق السطحية الدقيقة. ومع نضج الثمرة تزداد الشقوق اتساعًا، وتصبح الثمار ذات لون بنى ضارب إلى الحمرة أو بنى صدئ، وتأخذ مظهرًا جافًا (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

الظروف المناسبة للإصابة

تعتبر الشتلات المصابة أهم المصادر الأولى للإصابة بالمرض فى الحقل الإنتاجى. كذلك تنتقل الجراثيم الكونيدية للفطر بواسطة الهواء، وتنبت بين ١٥، و ٢٥°م، ولكن أنسب حرارة لإنباتها هى ٢٠°م. وعلى الرغم من أن الجراثيم يمكنها الإنبات فى رطوبة نسبية ٨٠٪ فإن نسبة إنباتها تزداد بزيادة الرطوبة النسبية حتى ١٠٠٪، ولكن الرطوبة الحرة تقتلها، كما يعيق المطر بشدة انتشار الجراثيم (عن Paulus ١٩٩٠).

المكافحة

يكافح مرض البياض الدقيقى فى الفراولة بمراعاة ما يلى:

١ – زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة بالمرض، علمًا بأن أصناف الفراولة تختلف كثيرًا فى تلك الخاصية.

٢ - يفيد التخلص من الأوراق القديمة المصابة - أولاً بأول - في خفض شدة الإصابة.

٣ - استعمال بدائل المبيدات في المكافحة، ومن أهمها ما يلي:

- إم بيد M-Pede.
- الكبريت، إلا أن كثرة استعماله قد تؤدى إلى احتراق الأوراق في الجو الحار (٢٧°م أو أعلى من ذلك).

٤ - المكافحة بالمبيدات، وتتعدد التوصيات في هذا الشأن، كما يلي:

- الرش بالكاراثين القابل للبلل بمعدل ١٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء، أو بالروبيجان ١٢٪ بمعدل ١٠ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ماء، أو بالبايلتون ٢٥٪ بمعدل ٢٥ جم/١٠٠ لتر ماء، مع تكرار الرش كل أسبوعين، وتبادل المبيدات في كل رشة.
- الرش بالتوبسن إم ٧٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٦٠ جم/١٠٠ لتر ماء، أو بالتوباز بمعدل ١٥ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ماء، أو بالسومى أيت بمعدل ٣٥ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ماء، أو بالدورادو، مع تبادل استعمال المبيدات.
- الرش بالسابرول بمعدل ٢٥٠ جم للفدان، أو بالديلسين ٥٠٪ مسحوق معلق بمعدل ٨٠ جم/١٠٠ لتر ماء (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٧).
- تتحقق أفضل مكافحة للمرض باستعمال خليط من البينوميل أو التوبسن إم مع الكابتان، أو الزيرام Ziram.

٥ - المكافحة الحيوية:

من بين الأساليب التي ذكرت للمكافحة الحيوية للبياض الدقيقي في الفراولة، ما يلي:

- يكافح البياض الدقيقي بالرش بالبلانت جارد مع الهيومكس بمعدل ٢٥٠ مل (سم٣) من كل منهما/١٠٠ لتر ماء بعد الشتل بنحو ١٥ يومًا، ثم بعد عقد الثمار مباشرة.
- يستعمل الفطر *Ampelomyces quisqualis* في المكافحة الحيوية للبياض الدقيقي، وهو فطر متطفل على الفطر المسبب للبياض الدقيقي، وتتوفر منه تحضيرات تجارية، مثل: أسباير Aspire، و AQ-10.

• يحقق الرش الأسبوعى للفراولة بمخلوط المثيونين مع الريبوفلافين methionine riboflavin mixture – فى وجود الضوء – كفاءة فى مكافحة البياض الدقيقى تماثل كفاءة الرش بالمبيدات المستعملة فى مكافحة المرض. ويتكون هذا المخلوط من الريبوفلافين بتركيز ٢٦,٦٢ ميكرومولار، والـ دى إل مثيونين بتركيز ١ مللى مولار، وكبريتات النحاس بتركيز ١ مللى مولار، وأى من المواد الناشرة: sodium dodecyl sulfate بتركيز ١٠٠٠ ميكروجرام/مل، أو توين ٢٠ Tween 20، أو ترايتون إكس ١٠٠ Triton X-100. ومن أهم مزايا هذا المخلوط احتوائه على مكونات غذائية قابلة للتحلل البيولوجى.

يؤدى استعمال هذا المخلوط فى الضوء إلى إنتاج عدد من المركبات النشطة فى الأكسدة يكون لها تأثير قاتل على مدى واسع من الكائنات الدقيقة (Tzeng وآخرون ١٩٩٦، و Wang & Tzeng ١٩٩٨).

تبقع الأوراق العادى

المسبب

يسبب الفطر *Mycosphaerella fragariae* (=*Ramularia tulasnei*، و *R. brunnea*) مرض تبقع الأوراق العادى common leaf spot فى الفراولة.

الأعراض

تحدث الإصابة بالمرض فى مصر – أساسًا – خلال فصل الشتاء.

تؤدى الإصابة بالمرض إلى تكون بقع ورقية صغيرة يبلغ قطرها حوالى ٣ ملليمترات على السطح العلوى للأوراق، تكون حمراء قرمزية اللون. تزداد هذه البقع فى المساحة إلى أن يبلغ قطرها حوالى ٥ ملليمترات فى معظم الأصناف، وحتى ١٠ ملليمترات فى بعض الأصناف. تبقى البقع دائرية الشكل وذات حافة قرمزية اللون، بينما يصبح مركزها أبيض أو رمادى اللون. وتؤدى زيادة أعداد البقع بالورقة الواحدة إلى موتها، ويؤدى موت معظم الأوراق إلى تقزم النباتات، وربما إلى موتها.

وتكون الأوراق الصغيرة التى يتراوح عمرها بين ١–٤ أسابيع هى الأكثر قابلية

للإصابة، هذا بينما تكون أوراق البراعم والأوراق التى يزيد عمرها عن ١٢ أسبوعًا مقاومة - غالبًا - للإصابة بالفطر.

قد يصيب الفطر كذلك أعناق الأوراق، وأعناق الثمار، وأوراق كأس الثمرة، محدثًا بها أعراضًا شبيهة بأعراض إصابات الأوراق، ولكن البقع تكون مطاولة على أعناق الأوراق والثمار.

أما إصابات الثمار - التى تندر رؤيتها فى مصر - فإنها تكون على الثمار الناضجة فقط على صورة بقع صغيرة بقطر ٦ مم، تكون سوداء اللون وغائرة، حيث يكون لب الثمرة - كذلك - ولمسافة قصيرة - أسود اللون تحت البقع السطحية السوداء.

الظروف المناسبة للإصابة

يعيش الفطر فى التربة على صورة أجسام حجرية sclerotia تتكون فى الأوراق والسيقان المصابة، وهى أجسام صغيرة يبلغ قطرها ٠,١ مم، ويمكن لها البقاء مع الشتلات المصابة - سواء أكانت طازجة، أم فريجو - ثم تنتقل معها - عند الزراعة - إلى الحقول المعقمة. كما يمكن للأجسام الحجرية أن تحتفظ بحيويتها لمدة لا تقل عن سبعة شهور فى بقايا النباتات فى التربة.

تنتشر الإصابة بالبقع الورقية العادية فى الجو الممطر أو الرطب عندما تتراوح الحرارة بين ٧، و ٢٥°م. ففى هذه الظروف تنبت الأجسام الحجرية وتحمل الجراثيم - التى تتكون بأعداد كبيرة على السطح السفلى للأوراق - بواسطة الهواء أو رذاذ الماء إلى النباتات حيث تنبت وتبدأ دورة جديدة من الإصابة (عن Howard ١٩٨٥).

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ - تعقيم التربة بالتبخير ببروميد الميثايل، أو بسترتها بالتشميس.

٢ - زراعة الأصناف التى تتحمل الإصابة بالمرض، مثل سلفا.

٣ - غمر الشتلات فى محاليل المبيدات الفطرية المناسبة قبل الزراعة، مثل البينوميل benomyl، والـ thiophanate-methyl، والـ chlorothalonil أو الرش بها (عن Paulus ١٩٩٠).

٤ – إذا لم يظهر المرض إلا على عدد قليل فقط من النباتات فى الحقل فإنه تفضل إزالتها والتخلص منها.

٥ – استعمال بدائل المبيدات:

للحماية من الإصابة بتبقعات الأوراق – بمختلف مسبباتها الفطرية – يستعمل بلانت جارد مع الهيمومكس رشًا بمعدل ٢٥٠ مل (سم^3) من كل منهما/١٠٠ لتر ماء بعد الشتل بحوالى ١٥ يومًا، ثم بعد عقد الثمار مباشرة.

٦ – الرش بالمبيدات فى المشاتل وفى الحقول الإنتاجية:

تتعدد التوصيات الخاصة باستعمال المبيدات فى المكافحة، كما يلى:

- يفيد فى مكافحة المرض استعمال أى من: الكلوروثالونيل chlorothalonil، والتوبسن إم Topsin-M، والثيرام Thiram، والروفرال Rovral، والرونيلان Ronilan، والكابتان Captan، والبينوميل Benomyl، ولكن تتحقق أفضل مكافحة بخلط أى من: الكلورثالونيل، أو البينوميل، أو التوبسن إم، أو الرونيلان، أو الروفرال مع أى من: الكابتان، أو الثيرام (عن Picha ١٩٩٩).

- يمكن الوقاية من المرض فى مراحل النمو الأولى قبل الإثمار بالرش بالداكونيل ٢٧٨٧، أو دياثين م ٤٥، أو يوبارين بمعدل ٢٥٠ جم من أى منها لكل ١٠٠ لتر ماء، أو تكتو ٤٥٪ بمعدل ١٥٠مل/١٠٠ لتر ماء، أو توبسين م ٧٠ بمعدل ١٥٠جم/١٠٠ لتر ماء، أو برافو ٥٠٠، أو داى فولاتان بمعدل ٢٠٠مل/١٠٠ لتر ماء، أو بنليت ٥٠٪ بمعدل ١٠٠جم/١٠٠ لتر ماء. ويكفى الفدان حوالى ٦٠٠ لتر من محلول الرش فى كل مرة.

- كذلك يفيد الرش بأى من كبريتات النحاس، أو أيدروكسيد النحاس فى مكافحة المرض.

لفحة الأوراق

المسبب

يسبب الفطر *Dendrophoma obscurans* (=*Phomopsis obscurans*) مرض لفحة الأوراق leaf blight فى الفراولة.

الأعراض

تشتد الإصابة بالمرض فى النباتات القديمة فى نهاية موسم الحصاد، ونادرًا ما يصيب الفطر نباتات المدادات الجديدة.

تظهر أعراض لفحة الأوراق فى البداية على صورة بقع صغيرة مستديرة، قرمزية اللون، وذات مركز رمادى، ومع زيادتها فى المساحة تصبح البقعة ذات مركز بنى ويحيط بها حافة قرمزية، أو حمراء، أو صفراء اللون، تندمج مع اللون الأخضر العادى المحيط بها دون حدود فاصلة بينهما. وغالبًا ما تكون البقع المكتملة التكوين بطول ٠,٦-١,٠سم، وعلى شكل حرف V، ويكون الجزء الأكبر منها عند حافة الوريقة. وتظهر فى مركز البقعة ذات اللون البنى القاتم نقاطًا صغيرة سوداء اللون، هى الأجسام الثمرية للفطر.

يصيب الفطر كذلك ثمار الفراولة، وخاصة الناضجة منها، وتكون الإصابة فى بداية الأمر على صورة بقع دائرية ذات لون وردى فاتح، مائية المظهر وغير غائرة، وقد تندمج بقعتان أو أكثر معًا. وفيما بعد .. تكتسب البقع لونًا بنيًّا فاتحًا، وتمتد الإصابة إلى كل نسيج الثمرة، التى تصبح طرية. وفى نهاية المطاف تصبح الثمرة كالمومياء، وتتحول أحيانًا إلى اللون الأسود بعد تكوّن البكنيديات pycinidia (وهى الأجسام الثمرية للفطر) بكثافة عالية.

الظروف المناسبة للإصابة

يناسب المرض الجو الحار - الذى ترتفع فيه الحرارة حتى ٣٠°م - مع الرطوبة العالية، ولكن يمكن أن تحدث الإصابة بالفطر فى أى وقت من السنة (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

تتكون بكنيديات pycnidia الفطر فى الأوراق المسنة المصابة، وتنتج أعدادًا كبيرة من الجراثيم الكونيدية التى تنتشر بواسطة رذاذ الماء والمطر (عن Turechek & Madden ١٩٩٩).

المكافحة

تصعب مكافحة المرض إذا ما تقدمت الإصابة تحت ظروف الحقل؛ ولذا .. يتعين

اتخاذ كافة الإجراءات التى تمنع تفاقم الإصابة، كما يلى:

١ - نزع جميع الأوراق المصابة من الشتلات قبل زراعتها.

٢ - رش النباتات بعد شهر ونصف الشهر من الزراعة بأحد المبيدات التالية: الداكونيل ٢٧٨٧، أو الدياثين م ٤٥ بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠ لتر ماء، أو البرافو ٥٠٠ بمعدل ٣٠٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء، أو اليوبارين Euparin ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠جم/١٠٠ لتر ماء، أو الكوبرانتراكول ٢,٥ فى الألف، أو الأنتراكول كومبى ٢.٥ فى الألف، هذا .. مع تكرار الرش كل أسبوعين، وتبادل استعمال المبيدات.

ويعد ذلك علاجًا مشتركًا لجميع تبقعات الأوراق وأعفان الثمار.

احتراق الأوراق

المسبب

يسبب الفطر *Diplocarpon earlianum* مرض احتراق أو انسفاع الأوراق leaf scorch فى الفراولة.

الأعراض

تحدث الإصابة بمرض احتراق الأوراق فى مصر فى كل من المشاتل والحقول الإنتاجية.

تظهر أعراض الإصابة بالمرض فى بداية الأمر على السطح العلوى للوريقات كبقع صغيرة قرمزية اللون تزداد فى المساحة إلى أن يصل قطرها إلى حوالى ٦ ملليمترات، ولا تكون ذات شكل منتظم. وتظهر فى هذه البقع أجسامًا صغيرة جدًّا سوداء اللون لامعة هى التراكيب الثمرية للفطر. وقد تزداد أعداد البقع فى بعض الوريقات، وتندمج معًا؛ لتصبح الوريقة حمراء قاتمة اللون. وفى حالات الإصابة الشديدة تلتف حافة الوريقات إلى أعلى، ويموت النسيج ويجف ويأخذ - تدريجيًّا - لونًا رماديًّا من الحافة نحو العرق الوسطى؛ معطيًّا النبات مظهرًا محترقًا (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

كما تظهر إصابات أعناق الأوراق على صورة بقع طويلة، وغائرة، وذات لون بنى ضارب إلى القرمزى أو الأحمر.

وتظهر أعراض الاحتراق كذلك على أعناق الأزهار، وأوراق الكأس والتويج، وأسدية الزهرة وأمتعتها.

الظروف المناسبة للإصابة

ينتقل الفطر إلى الحقل مع النباتات المصابة، وينتشر بالوسائل الميكانيكية، ويناسبه الجو الرطب المائل إلى البرودة، وعند كثرة الأمطار، أو اتباع طريقة الرى بالرش.

وتناسب الإصابة حرارة تتراوح بين ١٥، و ٢٥°م، مع بقاء الأوراق مبتلة لفترة طويلة. وتقل الإصابة فى حرارة تزيد عن ٣٥°م (عن Picha ١٩٩٩).

الأنثراكنوز، والبقع الورقية السوداء، والبقع الورقية غير المنتظمة

المسببات

يسبب الأنثراكنوز anthracnose، والبقع الورقية السوداء black leaf spot، والبقع الورقية غير المنتظمة irregular leaf spot مجموعة من الفطريات، كما يلى:

المرض	الفطر أو الفطريات المسببة له
الأنثراكنوز والبقع الورقية السوداء	*Colletotrichum fragariae*
	Colletotrichum gloeosporoides (=*Glomerella cingulata*)
	Colletotrichum dematium
البقع الورقية غير المنتظمة	*Colletotrichum acuatum*

وقد أوضحت دراسات الأيزوزيمات أن هذه الأنواع الفطرية هى فعلاً أنواع متميزة ومختلفة (عن Ntahimpera وآخرين ١٩٩٩).

الأعراض

لا يشكل الأنثراكنوز مشكلة فى حقول الفراولة الإنتاجية فى مصر، ولكن لا يوجد ما يمنع الإصابة به فى المشاتل خلال شهور الصيف الحارة مع الرطوبة العالية التى يوفرها الرى بالرش (عن Picha ١٩٩٩).

وعند زراعة شتلات مصابة فى الحقل الإنتاجى فإنها تذبل وتموت فى أى وقت

خلال موسم الإنتاج. وعند عمل قطع طولى فى تيجان النباتات التى تظهر عليها أعراض الذبول تشاهد فيها خطوط أو مساحات كبيرة من نسيج صلب ذات لون بنى ضارب إلى الحمرة.

تتميز الأعراض الأولى للإصابة بالأنثراكنوز بظهور بقع صغيرة سوداء وغائرة على أحدث المدادات تكونًا، أو على صورة بقع صغيرة سوداء يقل قطرها عن ١,٥ مم على الأوراق، فيما يعرف بمرض البقع الورقية السوداء.

تزداد إصابات المدادات وتندمج البقع المرضية معًا لتكوّن مساحات أكبر، سوداء جافة، وغائرة ويصل طولها إلى ٢,٥ سم أو أكثر. وغالبًا ما تحلق هذه البقع المدادات، مما يؤدى إلى موت النباتات الجديدة التى لم تكون جذورًا بعد. كذلك تظهر البقع السوداء الغائرة على أعناق الأوراق، وخاصة فى الأصناف الشديدة القابلية للإصابة. وغالبًا ما تنثنى الأعناق المصابة لأسفل بحدة عند البقعة المصابة؛ مما يؤدى إلى تدلى الأوراق إلى أسفل. كما يمكن للفطر إصابة تيجان النباتات، وإذا ما حدث ذلك مبكرًا فإن النباتات المصابة تذبل وتموت فجأة فى المشتل. تتحول هذه النباتات بعد ذلك إلى اللون الأسود وتبدو كما لو كانت محترقة.

أما إصابات الأوراق فإنها تبدأ على شكل بقع صغيرة سوداء لا يزيد قطرها عن ١,٥مم، تزداد اتساعًا حتى يصل قطرها إلى ٣مم، وتبقى سوداء اللون. وعلى الرغم من احتمال تواجد عديد من البقع على الوريقة الواحدة فإنها لا تؤدى إلى موتها.

وتحدث إصابات التيجان حينما ينمو الفطر إليها من البقع المرضية التى تتكون بالمدادات أو أعناق الأوراق، أو حينما تنبت الجراثيم التى تنتقل إلى التيجان لتصيبها بشكل مباشر. وعندما يحدث ذلك فى الحقول الإنتاجية فإن فطر الأنثراكنوز يسبب ذبولاً جزئيًا سريعًا، يصبح كاملاً فى خلال أيام قليلة.

وإذا قطع تاج النبات المصاب طوليًا تشاهد فيه خطوط أو مساحات كبيرة من أنسجة صلبة بلون بنى ضارب إلى الحمرة.

وتؤدى إصابة الأزهار أو أعناقها إلى ظهور أعراض اللفحة عليها؛ فيصبح مركز الزهرة أسود اللون، وتتحول كل من أوراق كأس الزهرة وعنقها إلى اللون الرصاصى أو

البنى الفاتح ثم تجف. وكثيرًا ما تشاهد على أعناق الأوراق المصابة إفرازات من العصارة النباتية. وقد تحتوى هذه العصارة على جراثيم الفطر. وقد تمتد إصابات أعناق الثمار لمسافة ٥-٨ سم أسفل الزهرة.

أما البقع المرضية التى تظهر على الثمار الخضراء فإنها تكون صلبة، وذات لون بنى قاتم إلى أسود، وغائرة، ويتراوح قطرها بين ١,٥، و ٣مم. ومع زيادة الثمرة الخضراء فى الحجم، تبقى البقع عادة صغيرة، ويزداد تعمقها، وتصبح حوافها حمراء أو قرمزية اللون مع تحول الثمرة إلى اللون الأبيض. ومع نضج الثمرة تزداد البقع سريعًا فى المساحة وتأخذ الشكل المطابق للوصف المبين أعلاه لبقع الثمار الناضجة.

وتتميز إصابات الثمار الناضجة بظهور بقع مستديرة غائرة صلبة بنية إلى سوداء اللون يتراوح قطرها بين ٣، و ١٣مم أو أكثر من ذلك. وتُرى عادة فى مواقع هذه البقع جراثيم الفطر القرنفلية اللون بكثافة عالية، وقد تندمج بقعتان أو أكثر معًا.

الظروف المناسبة للإصابة

تشتد الإصابة بالأنثراكنوز فى مشاتل الفراولة خلال شهور الصيف، حيث تناسب الإصابة الحرارة العالية (> ٢١°م)، والرطوبة العالية (التى توفرها عملية الرى بالرش)، والتسميد الجيد.

وتعد أنسب حرارة للإصابة ٢٥°م، ويلزم تواجد الماء الحر لمدة لا تقل عن ١٢ ساعة لكى تبدأ الإصابة. وتحدث الإصابة فى الأوراق الحديثة فى حرارة تتراوح بين ٥، و ٣٠°م، ولكنها لا تحدث فى حرارة ٣٥°م، ولكن تزداد أعداد البقع المرضية بارتفاع الحرارة من ٥ إلى ٢٥°م، وتقل بشدة بين ٢٥، و ٣٠°م. وفى حرارة ١٥، و ٢٠°م يزداد عدد البقع المرضية تدريجيًا بزيادة فترة ابتلال الأوراق من ١٢ إلى ٤٨ ساعة (Carisse وآخرون ٢٠٠٠).

يكون الذبول سريعًا جدًّا فى الجو الدافئ، بينما يكون بطيئًا فى حرارة ١٥°م، حيث يستغرق حوالى ١٥ يومًا (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

ويكون تطور المرض سريعً، وتستغرق دورته (من الإنبات إلى تكوين جراثيم جديدة)

من يومين إلى ثلاثة أيام فقط فى حرارة ٢٥ْم، ولكن هذه الفترة تطول إلى ٦-١٧ يومًا فى حرارة ٥ْم (King وآخرون ١٩٩٧).

وتعد الأوراق الحديثة أكثر قابلية للإصابة من الأوراق المسنة.

وبعد حدوث الإصابة الأولية بالأنثراكنوز تتكون الجراثيم بأعداد كبيرة فى البقع المرضية، حيث تنتقل بواسطة الهواء ورذاذ الماء إلى النباتات الأخرى لتبدأ دورة جديدة من الإصابة. وجراثيم الفطر وردية إلى برتقالية اللون، وهى تظهر بأعداد كبيرة فى البقع المرضية عند ارتفاع الرطوبة الجوية.

المكافحة

يزداد معدل الإصابة بالأنثراكنوز فى المشاتل، ثم تنتقل الإصابة مع الشتلات إلى الحقول الإنتاجية؛ لذا .. فإن المكافحة الجيدة للمرض فى المشتل تمنع الإصابة بالذبول فى الحقل الإنتاجى.

وتجدر الإشارة إلى أنه تصعب مكافحة هذا المرض عند تفاقم الإصابة؛ فلا تكون المكافحة مجدية إلاّ فى مراحله المبكرة.

ويفيد فى تخفيف حدة الإصابة فى المشاتل الرش الدورى بالمبيدات، وعدم الإفراط فى التسميد، وعدم استعمال الأسمدة الورقية.

ومن أهم وسائل مكافحة المرض، **ما يلى**:

١ - تعقيم التربة ببروميد الميثايل.

٢ - زراعة الأصناف المقاومة:

تعتبر معظم أصناف كاليفورنيا قابلة للإصابة بالأنثراكنوز، ويستثنى من ذلك أصناف قليلة، مثل سيكويا Sequoia. وعلى العكس من ذلك فإن معظم أصناف فلوريدا تعد عالية لمقاومة للمرض، وإن لم تكن منيعة. ويؤدى استمرار توفر الظروف البيئية المناسبة للإصابة (حرارة عالية ورطوبة عالية) إلى زيادة احتمالات إصابة الأصناف التى تعد مقاومة فى الظروف الأقل مناسبة للمرض (عن Paulus ١٩٩٠).

وقد وجد لدى اختبار ٢٦ صنفًا وسلالة من الفراولة لقاومة إصابات الثمار بالأنثراكنوز

أن الصنف كابتولا كان من أكثرها مقاومة، بينما كان الصنف سيكويا متوسط المقاومة. وكان الصنفان باخارو وإسانتا شديدا القابلية للإصابة (Denoyes-Rothan وآخرون ١٩٩٩).

٣ – المكافحة بالمبيدات:

من المبيدات التي تفيد في مكافحة المرض البينوميل + كابتان، والداى كلوفلوانيد dichlofluanid، والإبروديون iprodione (مثل الروفرال Rovral).

وقد أعطى بروكلوراز زنك Prochloraz-Zn وكذلك بروكلوراز منجنيز أفضل مكافحة كيميائية للأنثراكنوز تحت ظروف الحقل، حيث أدى أى منهما إلى خفض موت الشتلات بنسبة ٩٣٪ (Freeman وآخرون ١٩٩٧).

العفن الرمادى

المسبب

يسبب الفطر *Botrytis cinerea* مرض العفن الرمادى gray mold فى الفراولة، وهو فطر يصيب العديد من أنواع الفاكهة والخضر الأخرى، ويحدث بها مرضًا مماثلاً.

الأعراض

يمكن أن تصاب مختلف الأجزاء الزهرية (البتلات، والسبلات، والأسدية، والتخت الزهرى) بالفطر فى الحقل بواسطة الجراثيم التى تحملها التيارات الهوائية. ويمكن أن تبقى إصابات أوراق الكأس ساكنة ولا تنشط إلاّ بعد اكتمال نضج الثمار. كما يمكن أن تصاب الثمار الناضجة إما مباشرة، وإما بتلامسها مع ثمار أخرى مصابة (عن Maas ١٩٨١).

وتنشأ معظم إصابات الثمار – أساسًا – من الإصابات الكامنة للأجزاء الزهرية التى تبدأ فى التحول إلى عفن بمجرد نضج الثمرة. وتعد الأزهار المتفتحة والثمار البيضاء والأجزاء الزهرية التى دخلت مرحلة الشيخوخة أشد المراحل قابلية للإصابة، بينما تعتبر الثمار الخضراء مقاومة نسبيًا (عن Xiangming وآخرين ٢٠٠٠).

تلاحظ فى بداية ظهور الإصابة بقع صغيرة بنية اللون تحت الكأس بالقرب من عنق

الثمرة، أو عند جانب الثمرة الملامس لثمرة أخرى مصابة، أو للتربة، أو لماء حر. تتحول بعد ذلك الأجزاء المصابة إلى اللون البنى القاتم، ثم تنتشر فى بقية أجزاء الثمرة، ويتغير لونها إلى البنى القاتم. ويكون الجزء المصاب من لُب الثمرة طريًّا قليلاً فى بداية الإصابة، ثم يصبح صلبًا وجافًا. ولا يوجد حد فاصل واضح بين الأنسجة الثمرية المصابة والسليمة. وفى الجو الرطب يغطى الجزء المصاب من الثمرة بجراثيم الفطر الرمادية اللون (شكل ١٠-٢، يوجد فى آخر الكتاب)، وقد يغطى بنمو أبيض من غزل الفطر. وتبقى الثمار المصابة متماسكة، ولا يرشح عصيرها. وتميز هذه الأعراض الإصابة بالعفن الرمادى عن الإصابة بالريزوبس وأعفان الثمار الأخرى.

تؤدى الإصابة إلى نقص المحصول بشدة، وإلى إحداث زيادة كبيرة فى الفاقد بعد الحصاد بسبب سرعة تعفن الثمار قبل وصولها إلى المستهلك.

الظروف المناسبة للإصابة

يمكن للفطر أن يعيش فى التربة على صورة أجسام حجرية أو فى البقايا النباتية المصابة.

يناسب انتشار الإصابة ارتفاع الرطوبة النسبية نهارًا، مع ارتفاع الحرارة ليلاً (Xiangming وآخرون ٢٠٠٠). وتحدث الإصابة بصورة مؤكدة إذا ساد الجو حرارة تتراوح من ١٥، و ٢٠°م ورطوبة نسبية تزيد عن ٩٠٪ لمدة ٢٤ ساعة.

ويزداد انتشار المرض عندما يسود الجو رطوبة عالية لفترة طويلة، ففى هذه الظروف يمكن للفطر إصابة الأزهار والثمار فى جميع مراحل تكوينها من الطور البرعمى إلى الثمار الناضجة، وتنتثر الجراثيم التى تتكون على البراعم، والأزهار، والثمار – بسهولة – بواسطة الهواء، لتبدأ إصابات جديدة (عن Howard ١٩٨٥).

إن أنسب حرارة لتجرثم الفطر فى الأوراق المصابة هى حوالى ١٨°م، ويزداد التجرثم بزيادة فترة ابتلال الأوراق. تنتثر الجراثيم الكونيدية إلى الأزهار بالهواء ورذاذ الماء، كما تنتقل ميكانيكيًّا (عن Legard وآخرين ٢٠٠٠)، ويلزم توفر الرطوبة الحرة لإنباتها. وإذا ظلت الثمار مبتلة لمدة ساعتين فإنها يمكن أن تصاب مباشرة بإنبات الجراثيم التى تتواجد على سطحها، وتزداد احتمالات الإصابة وشدتها بزيادة فترة تعرض الثمار

للابتلال. ولذا .. تزداد خطورة المرض عند سقوط الأمطار خلال موسم الحصاد. أما الثمار التي تكون ملامسة لتربة رطبة فإنها تصاب في أي وقت أيًّا كانت الظروف الجوية السائدة.

المكافحة

على الرغم من أن العفن الرمادي يعد من أهم الأمراض التي تظهر على ثمار الفراولة بعد الحصاد، إلا أن معظم هذه الإصابات تكون كامنة بالثمار من مرحلة ما قبل الحصاد، فضلاً عن أن المرض يمكن أن يسبب خسائر فادحة قبل الحصاد كذلك. وقد أسلفنا في الفصل التاسع شرح وسائل مكافحة المرض والحد من أخطاره بعد الحصاد، أما الآن فنتناول بالشرح وسائل مكافحة المرض قبل الحصاد، بهدف الحد من الإصابة قبل وبعد الحصاد.

إن من أهم وسائل مكافحة المرض التي تتبع قبل الحصاد، ما يلي:

١ - زراعة الأصناف الأقل تعرضًا للإصابة:

تتباين أصناف الفراولة في شدة قابليتها للإصابة بالعفن الرمادي، ولكنها تكون جميعًا قابلة للإصابة بالفطر، ويرجع تباينها في شدة إصابتها - أساسًا - إلى اختلافها في درجة صلابة الثمار، ومن ثم في مدى سهولة تعرضها للأضرار الميكانيكية. ولكن تؤثر أيضًا في شدة الإصابة مدى متانة جلد الثمرة، وطبيعة النمو النباتي، حيث تقل الإصابة في الأصناف ذات النمو الخضري المفتوح وذات أعناق الثمار الطويلة التي تحمل الثمار خارج النمو الخضري فلا تتعرض للرطوبة العالية.

وقد كانت الإصابة بالعفن الرمادي - تحت ظروف الحقل في فلوريدا - أقل في الصنف روزالندا مما في الصنفين كاماروزا وسويت تشارلي، وبلغ معدل نقص الإصابة في روزالندا ٥٢٪، و ٧١-٨٦٪ عن الصنفين الآخرين على التوالي (Legard وآخرون ٢٠٠٠).

٢ - إقامة مصاطب مرتفعة ذات ميل خفيف نحو الجانبين.

٣ - استعمال الغطاء البلاستيكي للتربة.

٤ - عدم زيادة كثافة الزراعة عما ينبغي:

وجد لدى زراعة الفراولة على مسافة ٢٣، أو ٣٠، أو ٣٨، أو ٤٦ سم بين النباتات في الخط أن المسافات الضيقة ازدادت فيها نسبة الإصابة بالعفن الرمادى عن المسافات الواسعة، إلاّ أن المحصول الصالح للتسويق كان أعلى فى المساحات الضيقة خلال المراحل المبكرة من موسم الحصاد. كذلك كان المحصول الكلى أعلى فى حالة الزراعة على مسافات ضيقة عما فى حالة المسافات الواسعة على الرغم من زيادة نسبة الإصابة بالعفن الرمادى فى المسافات الضيقة (Legard وآخرون ٢٠٠٠).

٥ – الرى بالتنقيط بعد انتفاء الحاجة – فى بداية موسم الزراعة – للرى بالرش، مع الاعتدال فى الرى.

٦ – التسميد المتوازن:

ترتبط شدة الإصابة بالمرض إيجابيًّا بغزارة التسميد الآزوتى، وسلبيًّا مع التسميد البوتاسى الجيد (Wang ١٩٩٧).

٧ – مراعاة إجراءات النظافة العامة فى الحقل، مع حصاد الثمار الناضجة، والتخلص من الثمار والأوراق المصابة – أولاً بأول – خارج الحقل.

ولكن أوضحت الدراسات أن عدم مراعاة إجراءات النظافة العامة فى الحقل (بعدم التخلص من الثمار غير الصالحة للتسويق وتركها فى الممرات بين المصاطب، وترك الأوراق التى بلغت مرحلة الشيخوخة على النباتات أو فى الخطوط دون التخلص منها) لم يكن مؤثرًا فى نسبة الثمار المصابة بالعفن الرمادى عند الحصاد فى الصنف أوزوجراندى، وكان تأثيره فى حالة الصنف سويت تشارلى مرتبطًا باقتران هذه الإجراءات بالرش الأسبوعى بالمبيدات. وعلى الرغم من ذلك، فإن إجراء معاملات النظافة العامة مقرونة بالرش الأسبوعى بالكابتان مضافًا إليه ٤ رشات من الإبروديون iprodione أثناء قمة مرحلة الإزهار أعطى نسبة إصابة بالعفن الرمادى بعد الحصاد أقل جوهريًّا من معاملة الرش الأسبوعى فقط أو معاملة النظافة العامة فقط فى كلا الصنفين (Legard وآخرون ١٩٩٧). وفى دراسة أخرى (Mertely وآخرون ٢٠٠٠) أوضح الباحثون أن المكافحة الكيميائية للعفن الرمادى – تحت ظروف فلوريدا – كانت أكفأ وأكثر ربحية من معاملات مراعاة إجراءات النظافة العامة فى الحقل.

ولمزيد من التفاصيل عن دور العمليات الزراعية فى مكافحة العفن الرمادى .. يراجع Daugaard (١٩٩٨).

٨ – المكافحة بالمبيدات:

من أهم المبيدات التى يمكن استعمالها فى رش النباتات لمكافحة العفن الرمادى، ما يلى:

المبيد	المعدل
داكوانيل ٢٧٨٧	٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
دياثين م ٤٥	٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
برافو ٥٠٠	٢٠٠ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ما
ريدوميل	١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
مانكوزيب ٥٨٪	١٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء
رونيلان (فنلكوزولين)	٩٠ جم/١٠٠ لتر ماء
توبسن	٠,٣٢ كجم مادة فعالة للفدان
كابتان	٠,٩ كجم مادة فعالة للفدان
روفرال (إبروديون)	٠,٤٥ كجم مادة فعالة للفدان
يوبارين	٢,٥ فى الألف
توبسن + كابتان	٠,١٪، و ٠,٢٪ على التوالى
ريدوميل + كابتان	٢,٥ فى الألف، و ٠,٢٪ على التوالى
رونيلان + كابتان	١,٥ فى الألف، و ٠,٢٪ على التوالى
انتراكول كومبى	٢,٥ فى الألف
بينوميل + كابتان	
تكتو ٤٥٪	١٥٠ مل (سم٣)/١٠٠ لتر ماء
سوتش	٣٥٠–٥٠٠ جم/فدان

ويوصى بالرش أسبوعيًّا بمخلوط من أى من البينوميل، أو التوبسن إم، أو الرونيلان، أو الروفرال مع أى من: الكابتان أو الثيرام، أو الرش أسبوعيًّا بأى من الفنكلوزولين Vinclozolin (الرونيلان) والإبروديون iprodione (الروفرال). ويفيد استعمال مادة ناشرة مثل التريتون بى بتركيز ٠,٢٥٪ من محلول الرش فى زيادة فاعلية المكافحة.

يجب أن يبدأ الرش بالمبيدات الفطرية عند إزهار ٥٪ من النباتات، على أن يستمر كل ٧-١٠ أيام، مع تكراره بعد سقوط الأمطار.

يلاحظ أن تكرار الرش بالبينوميل يضر بالنباتات، ويؤدى إلى زيادة الإصابة بكل من فطرى الـ *Rhizopus*، والـ *Mucor*.

وقد أوصي كذلك بالرش مرتين أسبوعيًا خلال فترة الإزهار بمختلف المبيدات الفطرية الموصى بها، ثم الرش عدة مرات خلال مراحل نمو الثمار ونضجها. كما اقترح أيضًا الرش بالمبيدات الفطرية حتى قبل الإزهار لخفض مستوى تواجد الفطر فى الحقل قبل ظهور الأزهار.

وقد ذكر إنه عندما تحط جرثومة للفطر على بتلة الزهرة - على سبيل المثال - فإنها تنبت فى خلال ٢٤ ساعة، ولكنها لا تكوّن صلة وثيقة بأنسجة البتلة قبل مرور ثلاثة أيام، وهى الفترة التى يمكن أن تؤثر فيها المبيدات، أما بعد ذلك فإنها لا تتأثر بفعل المبيدات. ولذا .. يتعين تكرار الرش كل ٣ أيام لأن الأزهار التى تحط عليها جراثيم الفطر بعد الرشة السابقة لا تتأثر فيها تلك الجراثيم بالرشة السابقة، ولا بالرش بعد مرور أكثر من ثلاثة أيام (عن Maas ١٩٨١).

إن برنامج الرش بالمبيدات فى فلوريدا يتضمن حوالى ٢٤ رشة أسبوعية بالكابتان أو الثيرام لمكافحة عدد كبير من الأمراض، ويستعمل - إلى جانب ذلك - البينوميل والكبريت حسب الحاجة لمكافحة البياض الدقيقى، كما يستعمل الإبريديون وبعض المبيدات الأخرى أثناء قمة الإزهار لمزيد من الفاعلية فى مكافحة العفن الرمادى (عن Mertely وآخرين ٢٠٠٠).

وتجدر الإشارة إلى أن المبيدات الفطرية التى تفيد فى مكافحة الفطر *B. cinerea* تفيد - كذلك - فى مكافحة كل من الفطريات: *Colletotrichum*، و *Gloeosporium*، و *Pezizella*، ولكنها لا تكون مؤثرة على *Rhizoctonia*، أو *Phytophthora*، أو *Rhizopus*، أو *Mucor* (عن Maas ١٩٨١).

٩ - المكافحة الحيوية:

إن من أهم التوصيات التى ذكرت فى مجال المكافحة الحيوية للعفن الرمادى فى الفراولة ما يلى:

أ – الرش قبل الحصاد بالفطر *Trichoderma harzianum* الذى يتوفر فى صورة تحضيرات تجارية، مثل تريكودكس Trichodex (Ellis ١٩٩٦).

ب – الرش بالبلانت جارد مع الهيومكس بمعدل ٢٥٠ مل (سم^3) من كل منهما/١٠٠ لتر ماء بعد شهر من الشتل، ثم مرة أخرى عند بداية عقد الثمار.

جـ – حقق استعمال الفطر *Gliocladium roseum* نجاحًا كبيرًا فى مكافحة مرض العفن الرمادى فى الفراولة، حيث ثبطت عزلاته نمو الفطر *B. cinerea* بنسبة ٩٨٪ فى اختبارات على مختلف الأجزاء النباتية (الأوراق، والبتلات، والأسدية الزهرية) المفصولة عن النبات وغير المفصولة، وكان أكثر كفاءة عن غيره من الكائنات المستخدمة فى المكافحة الحيوية، مثل: *Trichoderma viride*، و *Alternaria alternata*، و *Myrothecium verrucaria*، و *Penicillium* spp.، كما كان أكثر كفاءة عن المبيد الفطرى القياسى كابتان. وفى دراسة أخرى حقق استخدام الفطر *G. roseum* تثبيطًا للعفن الرمادى تراوح بين ٧٩٪، و ٩٣٪ فى أسدية أزهار الفراولة، وبين ٤٨٪، و ٧٦٪ فى ثمارها، وقد تماثل فى تلك الكفاءة مع الكائنات الرئيسية المستخدمة فى مكافحة الفطر *B. cinerea* بيولوجيًّا أو كان أكفأ منها. وظهرت كفاءة هذا الفطر فى مكافحة العفن الرمادى حتى فى ظروف الرطوبة النسبية العالية جدًّا فى البيوت المحمية البلاستيكية. كما أظهر الفطر فاعلية كبيرة فى المكافحة ليس فقط فى أزهار وثمار الفراولة، وإنما فى نمواتها الخضرية كذلك، وهى التى تعد المصدر الرئيسى للإصابة بالفطر تحت ظروف الحقل، وتراوحت كفاءته فى تثبيط إنتاج الفطر *B. cinerea* لجراثيمه بين ٩٠٪، و ١٠٠٪، وتشابه فى ذلك مع كفاءة أقوى المبيدات المستعملة فى مكافحة الفطر، وهى الكلوروثالونيل chlorothalonil .

وقد جرت محاولات ناجحة لاستعمال نحل العسل فى نقل الفطر *G. roseum* إلى أزهار الفراولة، قامت فيها الحشرة بنقل الفطر بكفاءة إلى الأزهار أثناء زيارتها لها، واستخدم لأجل ذلك مسحوق من الفطر وضع فى موزع للقاح الفطرى على خلية النحل (عن Sutton وآخرين ١٩٩٧).

عفن الثمار الأسود (أو الرشح)

المسبب

يسبب الفطر *Rhizopus stolonifer* مرض عفن الثمار الأسود black fruit rot في الفراولة.

الأعراض

يظهر عفن الريزوبس أساسًا بعد الحصاد، ولكنه قد يظهر على كذلك على الثمار الناضجة فى الحقل.

تبدو الثمار المصابة عادية المظهر من أعلى، ولكنها تكون طرية جدًّا ومهترئة ومتحللة فى الجزء الملامس للبلاستيك، وسريعًا ما تتحول الثمرة المصابة كلها إلى كتلة طرية مهترئة بنية اللون. وفى ظروف الرطوبة العالية يتكون غزل الفطر الأبيض على سطح الثمار المصابة. ومع تجرثم الفطر تظهر أجسامه الثمرية السوداء اللون على سطح الثمرة. ويمكن تتبع الإصابة فى الحقل بسهولة بالبحث عن آثار عصير الثمار على البلاستيك فى جانبى المصطبة.

أما العفن الذى يظهر بعد الحصاد فإنه يؤدى إلى انهيار الثمرة وفقدها لعصيرها بسرعة، حيث يتساقط من العبوات، كما قد يظهر الغزل الفطرى الأبيض القطنى على سطح الثمار. ويأخذ هذا النمو الفطرى لونًا أزرق حينما يبدأ الفطر فى تكوين تراكيبه الحاملة للجراثيم على هذا الغزل الفطرى الأبيض.

الظروف المناسبة للإصابة

تناسب الإصابة الحرارة العالية والجو الرطب. وهو من أمراض بعد الحصاد الهامة، بينما لايُرى عادة قبل الحصاد إلا فى الثمار الزائدة النضج.

تنتقل جراثيم الفطر بواسطة الهواء والحشرات، ولاتحدث الإصابة إلا من خلال الجروح بالثمار الناضجة، وتكثر عند ملامسة الثمار للتربة (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلي:

١ – منع ملامسة الثمار للتربة بتغطية الأرض بشرائح البوليثيلين.

٢ – إجراء الرى بطريقة التنقيط.

٣ – إزالة الثمار الناضجة أولاً بأول أثناء الحصاد.

٤ – تداول الثمار بحرص حتى لا تكثر بها الخدوش التى تشكل منفذًا للفطر.

٥ – سرعة تبريد الثمار بعد الحصاد:

يحد التخزين البارد للثمار كثيرًا من إصابتها بالفطر *Rhizopus*، فهو لا يمكنه النمو فى حرارة تقل عن ١٠°م؛ وبذا فإن أى تخزين بارد بين الصفر، و ١٠°م يحمى الثمار من أية إصابات جديدة بهذا الفطر. هذا بينما يناسب نمو الفطر وتجرثمه حرارة تتراوح بين ١٥، و ٣٠°م. وفى حرارة ٢٠°م تتعفن تمامًا ثمار الفراولة المصابة بالفطر فى خلال ٤٨ ساعة (عن Maas ١٩٨١).

عفن ميكور

المسبب

يسبب عفن ميكور Mucor rot فطريات مختلفة تتبع الجنس *Mucor*.

الأعراض

تتشابه أعراض الإصابة بعفن الميكور – عادة – مع أعراض الإصابة بعفن الريزوبس، ويمكن التفريق بينهما بالفحص بعدسة مكبرة حيث تبدو الأكياس الجرثومية للفطر ريزوبس جافة، بينما تبدو التراكيب المكونة لجراثيم الميكور لزجة ومغطاة بسائل لزج.

وكما فى حالة الرايزوبس، فإن الميكور يفرز إنزيمات تؤدى إلى سرعة تحلل الثمار وخرج العصير الخلوى منها. وفى ظروف الرطوبة العالية تغطى الثمار بغطاء لزج قوى من غزل الفطر وتراكيبه السوداء الحاملة للجراثيم.

الظروف المناسبة للإصابة

لا يصيب الفطر إلاّ الثمار الناضجة التى تعرضت للتجريح.

وينتج الفطر ملايين الجراثيم التى تبقى فى التربة وفى بقايا النباتات، وتنتقل مع تيارات الهواء، كما يعيش الفطر على بقايا النباتات فى التربة.

وتناسب الإصابة بفطريات الميكور حرارة عالية نسبيًا (حوالى ١٨°م)، ورطوبة نسبية عالية، وبينما يمكن لبعض أنواع الميكور النمو وإصابة الثمار فى حرارة الصفر، فإن حرارة ٢٧°م تثبط نمو بعض الأنواع الأخرى (عن Maas ١٩٩٨).

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – استعمال الغطاء البلاستيكى للتربة.

٢ – الرى بطريقة التنقيط.

٣ – ضرورة الاهتمام بالتخلص من جميع الثمار المصابة بالحقل، وكذلك الثمار الناضجة والزائدة النضج بعد هطول الأمطار.

٤ – الرش بالمبيدات الفطرية المناسبة، مثل: الإبروديون iprodione، والفنكلوزولين Vinclozolin، والكابتان captan (عن Picha ١٩٩٩).

٥ – تداول الثمار بحرص لتجنب الإضرار بها.

هذا .. ولا يفيد التبريد السريع فى منع الإصابة بعفن ميكور لأن بعض أنواع الفطر، مثل *M. piriformis* تقدر على النمو السريع والنشط فى درجة الصفر المئوى.

العفن البنى الصلب

المسبب

يسبب الفطر *Rhizoctonia solani* مرض العفن البنى الصلب hard brown rot فى الفراولة.

الأعراض

يُصيب الفطر أسدية وأمتعة الزهرة محدثًا بها أعراض اللفحة، حيث تبدو بلون بنى قاتم وتموت، ثم يتحول مركز الزهرة إلى اللون الأسود. وتحدث الإصابة عند ظهور البراعم الزهرية وقبل تفتحها، ولكن لاتحدث إصابة بعد تفتح الأزهار. وتؤدى الإصابة

الجزئية لبعض أمتعة الزهرة إلى عقد ثمار غير منتظمة الشكل. ويمكن ملاحظة إصابات أمتعة الزهرة قبل تفتحها بعدة أيام، وذلك من البقع الرمادية أو الوردية اللون التى تظهر على بتلات الزهرة.

وعلى الرغم من إصابة الفطر للأزهار والثمار فى جميع مراحل تكوينها، إلاّ أن الإصابة تشاهد بكثرة على الثمار الخضراء حيث تظهر الأجزاء المصابة منها بلون بنى فاتح فى بداية الأمر، ثم تتحول إلى اللون القاتم فالأسود، وتصبح صلبة وجافة. وغالبًا ما تقتصر الإصابة على قمة الثمرة فقط، ولكن يمكن أن تشمل الإصابة جميع أجزاء الثمرة، وقد تشمل كأس الثمرة وعنقها كذلك.

الظروف المناسبة للإصابة

تناسب الإصابة الحرارة العالية والجو الرطب، وتزداد بصفة خاصة عند كثرة الضباب (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

العفن الجلدى

المسبب

يسبب الفطر *Phytophthora cactorum* مرض العفن الجلدى leather rot فى الفراولة.

الأعراض

يصيب الفطر *P. cactorum* ثمار الفراولة الخضراء والناضجة، وتظهر الإصابة على صورة بقع جافة جلدية ذات لون بنى قاتم يكون لها حافة قرمزية اللون فى الثمار الملونة جزئيًا، ولاتوجد حدود واضحة بين النسيج المصاب والنسيج السليم فى داخل الثمرة. وقد تشمل الإصابة كل أجزاء الثمرة التى تصبح بنية اللون وجلدية المظهر. وقد يظهر على سطح الثمرة فى الرطوبة العالية نموًا أبيض اللون من غزل الفطر.

يتعمق التغير اللونى فى الأنسجة المصابة داخل الثمرة، ويتحول النسيج الوعائى إلى اللون البنى القاتم. يكون النسيج المصاب جامدًا ويبدو جلديًا. وفى نهاية الأمر .. تجف

الثمار المصابة – سواء أحدثت فيها الإصابة وهى خضراء، أم وهى ناضجة – وتصبح كالمومياء الجافة الصلبة. وتكون الثمار المصابة بالعفن الجلدى مرة الطعم، وذا رائحة منفرة.

يصل الفقد المباشر فى المحصول الذى تسببه الإصابة بمرض عفن الثمار الجلدى إلى ٥٠٪ أحيانًا. ولكن إلى جانب هذا الفقد المباشر فإن المرض يمكن أن يتسبب فى حدوث أضرار أخرى غير مباشرة بسبب الطعم الحار غير المقبول والرائحة الكريهة للثمار المصابة. وبخلاف أعفان الثمار الأخرى .. فإن أعراض الإصابة بالعفن الجلدى قد لاتكون ظاهرة على الثمار الناضجة التى تحصد – بالتالى – وتسوق مع الثمار السليمة. كما أن هذه الثمار – تكسب منتجات الفراولة المصنعة – مثل المربى والجلى – طعمًا غير مقبول (عن Ellis وآخرين ١٩٩٨).

الظروف المناسبة للإصابة

تناسب الإصابة حرارة تتراوح بين ١٧، و ٢٥°م، مع رطوبة نسبية عالية، وكثرة الأمطار.

المكافحة

يكافح المرض بمراعاة ما يلى:

١ – تحسين الصرف.

٢ – استعمال الأغطية البلاستيكية للتربة.

٣ – الرى بطريقة التنقيط.

٤ – الرش بالمبيدات الفطرية الجهازية المناسبة، مثل الريدوميل Ridomil (وهو ميتالاكسيل metalaxyl)، والآلييت Aliette (وهو fosetyl-Al)، كما يعطى الكابتان والثيرام مكافحة جزئية.

ويفضل إعطاء الريدوميل 2E بمعدل ٢ لتر للفدان مع مياه الرى بالتنقيط، على أن تعقب المعاملة الرش بالآلييت (عن Picha ١٩٩٩).

وقد وجد Ellis وآخرون (١٩٩٨) أن الرش بالفوستيل ألومنيوم (مثل الآلييت)

أسبوعيًا بداية من مرحلة الإزهار حتى نهاية الحصاد بمعدل ٢,٢٤ ، أو ٤,٤٨ كجم من المادة الفعالة/هكتار (٠,٩٤ أو ١,٨٨ كجم/فدان) أدى إلى مكافحة المرض بنسبة ٨٨٪، و ٩٦٪، على التوالى وبدون فرق جوهرى بين المعدلين. كما أدت إضافة الميتالاكسيل Metalaxyl مع الماء إلى التربة بمعدل ١,١٧ كجم من المادة الفعالة/هكتار (٠,٥ كجم/فدان) مرة أو مرتين خلال المراحل الأولى للنمو وعقد الثمار إلى مكافحة المرض بنسبة ٨٢٪، و ٩٤٪ على التوالى. كذلك أعطى مجرد استعمال غطاء للتربة من القش straw mulch إلى مكافحة المرض بنسبة ٩٥٪-٩٦٪.

مكافحة مختلف أعفان الثمار

لاتقتصر أعفان الثمار على تلك التى أوردناها تحت العناوين الخمس الماضية، بل تتعداها إلى أنواع أخرى كثيرة تسببها فطريات أخرى تتضمن العديد من تلك التى تناولناها بالشرح تحت أمراض النموات الخضرية.

ولمكافحة أعفان الثمار يتعين مراعاة كل الأمور التى أسلفنا بيانها، بالإضافة إلى ما يلى:

١ – منع حدوث الإصابة أصلاً بدلاً من محاولة مكافحتها بعد حدوثها.

٢ – يصيب الفطران *Colletotrichum*، و *Dendrophoma* الثمار الناضجة بصورة أساسية؛ لذا .. فإن الحصاد على فترات متقاربة لمنع تواجد ثمار زائدة النضج على النباتات يعد أمرًا ضروريًا لمنع حدوث الإصابات الشديدة، علمًا بأن هذين الفطرين تصعب مكافحتهما عندما تكون الإصابة بهما متوسطة أو شديدة (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

٣ – الرش بالمبيدات الفطرية – المصرح بها – كل ٣-٤ أيام من وقت بداية ظهور البراعم الزهرية حتى نهاية الموسم، وخاصة فى الجو الممطر وعند كثرة الضباب.

وقد أمكن مكافحة أعفان الثمار (العفن الرمادى، والأنثراكنوز، والعفن الجلدى)، وزيادة المحصول إلى ما بين ٤٣٪، و ١١٤٪ بالرش بأى من الكلوروثالونيل chlorothalonil، والداى كلوفوانيد dichlofluanid، والثيرام thiram، والإبروديون iprodione (Washington وآخرون ١٩٩٩).

ومن بين المبيدات الأخرى التى أوصى باستعمالها:

داكونيل ٢٧٨٧ بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

برافو ٥٠٠ بمعدل ٢٠٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

ريدوميل كومبى بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء

يوبارين ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

٤ – المكافحة الحيوية:

يستعمل فى المكافحة الحيوية لأعفان الثمار، ما يلى:

بروموت ٥ × ١٠^{٧} جرثومة/جم بمعدل ٢٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

بلانت جارد ٣ × ١٠^{٧} جرثومة/مل (سم^{٣}) بمعدل ٣٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

ولمزيد من التفاصيل عن مكافحة أعفان الثمار بعد الحصاد .. يراجع الفصل التاسع، و Maas (١٩٨١).

تبقع الأوراق الزاوى

المسبب

تسبب البكتيريا *Xanthomonas fragariae* مرض تبقع الأوراق الزاوى angular leaf spot فى الفراولة.

الأعراض

تبدأ أعراض الإصابة على صورة بقع صغيرة غير منتظمة الشكل مائية المظهر على السطح السفلى للوريقات. وعند تواجد الرطوبة على الأوراق – وخاصة فى الصباح – يلاحظ وجود نقاط صغيرة بيضاء لزجة على السطح السفلى للأوراق فى مواقع الإصابة، وهى عبارة عن نموات وإفرازات بكتيرية. ومع جفاف الرطوبة تجف كذلك النقط البكتيرية، لتكون غطاء لامعًا فوق البقعة. ومع زيادة البقع فى المساحة وزيادة أعدادها تظهر مساحات صفراء، أو خضراء قاتمة اللون، أو حمراء ذات زوايا على السطح العلوى للوريقات، وتكون البقع ذات زوايا بسبب انحصارها بين العروق الرئيسية للورقة. وفى الحالات الشديد تموت الوريقات وتكتسب لونًا بنيًّا فاتحًا، وقد تسقط أوراق النبات فيما عدا أوراقًا قليلة منها تبقى فى مركز التاج.

الظروف المناسبة للإصابة

ليس من المحتمل انتشار الإصابة بالمرض فى الزراعات الصحراوية إلاّ عند الرى بالرش.

تنتقل البكتيريا المسببة للمرض مع سيقان، وأوراق، وتيجان الشتلات المصابة، وتعيش فى بقايا الأنسجة النباتية المصابة فى التربة. ويمكنها البقاء مع الشتلات المبردة لمدة عام (عن Picha ١٩٩٩).

ويناسب الإصابة الجو البارد الذى تتراوح فيه الحرارة القصوى بين ١٥، و ٢٠°م؛ ولذا تقل الإصابة كثيرًا مع بداية ارتفاع درجة الحرارة فى الربيع. ونادرًا ما يسبب مرض تبقع الأوراق الزاوى أية مشاكل فى المشاتل الصيفية (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

المكافحة

يكافح المرض بزراعة شتلات خالية من البكتيريا المسببة للمرض، واتباع طريقة الرى السطحى أو الرى بالتنقيط. ويفيد الرش بأحد المبيدات الفطرية النحاسية، ولكن تكرار استعمالها قد يضر النباتات.

ومن بين المبيدات الفطرية النحاسية التى يمكن استعمالها كبريتات النحاس، وأيدروكسيد النحاس (مثل كوسيد Kocide).

ويفيد الرش كل ٢-٤ أيام بمخلوط من أيدوركسيد النحاس مع المانكوزيب بعُشر التركيز الموصى به من كليهما (Roberts وآخرون ١٩٩٧).

ولمزيد من التفاصيل عن المرض ومكافحته .. يراجع Mass وآخرون (١٩٩٥).

الأمراض الفيروسية والميكوبلازمية

فيروسات وميكوبلازمات الفراولة ووسائل انتقالها

تقسم الفيروسات والميكوبلازمات التى تصيب الفراولة حسب وسائل انتقالها، كما يلى (عن Mass ١٩٩٨):

١ – فيروسات تنتقل بواسطة المن:

تتضمن قائمة الفيروسات التى تنتقل بواسطة المن: Mottle، و Crincle وهما ينتقلان

ميكانيكيًا (عن طريق العصير الخلوى) كذلك، و Latent C، و Mild Yellow Edge، و Pseudo Mild Yellow Edge، و Vein Banding، وهى لا تنتقل ميكانيكيًا.

٢ – فيروسات تنتقل بواسطة النيماتودا:

تتضمن قائمة الفيروسات التى تنتقل بواسطة النيماتودا: Arabis Mosaic، و Rasberry Ringspot، و Strawberry Latent Ringspot، و Tomato Black Ring، و Tomato Ringspot، وجميعها تنتقل ميكانيكيًا كذلك.

٣ – فيروسات تنتقل بواسطة التربس:

تتضمن قائمة الفيروسات التى تنتقل بواسطة التربس فيروسًا واحدًا هو Tobacco Streak، وهو ينتقل ميكانيكيًا كذلك.

٤ – فيروسات وميكوبلازمات تنتقل بواسطة نطاطات الأوراق:

تتضمن قائمة الفيروسات والميكوبلازمات التى تنتقل بواسطة نطاطات الأوراق: Aster Yellows، و Green Petal، و Lethal Decline، و Withes' Broom، و Multiplier، وجميعها لا تنتقل ميكانيكيًا.

٥ – فيروسات تنتقل بواسطة الفطريات:

تتضمن قائمة الفيروسات التى تنتقل بواسطة الفطريات فيروسًا واحدًا هو Tobacco Necrosis، وهو ينتقل ميكانيكيًا كذلك.

٦ – فيروسات وميكوبلازمات ليس لها ناقل معروف:

تتضمن قائمة الفيروسات والميكوبلازمات التى ليس لها ناقل معروف: Chlorotic Fleck، و Feather Leaf، و Leaf Roll، و Pallidosis، وجميعها لا تنتقل ميكانيكيًا، وقد يكون بعضها وراثى.

وقد تصاب الفراولة بأكثر من فيرس، ولكن أعراضها لا تكون واضحة بنفس الدرجة. وقد تسبب بعض الإصابات الفيروسية غير الظاهرة نقصًا فى المحصول يصل إلى ٥٠٪ أحيانًا. ويتم التعرف على هذه الفيروسات بتطعيم أجزاء من نباتات الفراولة – المراد اختبارها – على نباتات أخرى تظهر عليها أعراض واضحة ومميزة عند إصابتها بهذه

الفيروسات. وتعرف هذه الأنواع النباتية باسم نباتات الدليل indicator plants، وتعرف العملية باسم اختبار الفيرس (virus indexing).

فيرس تبرقش الفراولة

تؤدى الإصابة الشديدة بفيرس تبرقش الفراولة strawberry mottle virus إلى إنتاج النباتات لعديد من براعم التيجان، تكون الأوراق الناتجة منها صغيرة وذات أعناق قصيرة جدًّا، وتكون الوريقات مشوهة قليلاً، وذات حافة صفراء. وهذه النباتات لاتنتج محصولاً من الثمار. أما فى حالات الإصابة البسيطة فإن النباتات تنتج برعمًا رئيسيًّا واحدًا، يعطى فى بداية الأمر ٢-٥ أوراق طبيعية تقريبًا فى الحجم والمظهر، ولكن جميع الأوراق التى تليها فى الظهور تكون صغيرة ومشوهة قليلاً وذات حافة صفراء اللون. كذلك يكون المجموع الجذرى للنباتات المصابة أصغر كثيرًا مما فى النباتات السليمة. وهذه النباتات تنتج أعدادًا قليلة من الثمار الصغيرة الحجم (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

فيرس اصفرار الحافة Yellow Edge Virus

تتقزم النباتات المصابة ويقل إنتاجها من المدادات بشدة، وتلتف الأوراق لأعلى أحيانًا ويكون مركز الورقة بلون أخضر باهت، وحافتها صفراء.

فيرس التجعد أو التغضن Crinckle Virus

تبدو النباتات المصابة بلون أخضر فاتح، وتميل أوراقها على سطح التربة، وتكون سيقانها قصيرة. كما تتجعد أو تتغضن بعض الأوراق، وينتشر على سطحها العديد من البقع الصفراء الصغيرة جدًّا.

فيرس التفاف الأوراق Leaf Roll Virus

تلتف أوراق النبات لأسفل، وتأخذ أحيانًا شكل الأسطوانة من كثرة التفافها.

فيرس التضاعف Multiplier Virus

تكون النباتات المصابة رفيعة وطويلة، وتكثر بها التيجان الجانبية، وتكون أعناق الأوراق

قصيرة ورفيعة، ويقل حجم الأوراق إلى نصف أو ثلث حجمها الطبيعى، ويقل بشدة إنتاج المدادات.

اسبيروبلازما اصفرار الأستر

تبدو النباتات المصابة فى البداية صفراء اللون، ومتقزمة مع التفاف الأوراق الصغيرة، ثم تموت جميع النباتات المصابة فجأة فيما بعد، وتموت معها جميع المدادات التى تتصل بها. وقد تتكون أحيانًا بالنباتات المصابة أزهار ورقية خضراء غير طبيعية.

ميكوبلازما البتلات الخضراء

يسبب مرض البتلات الخضراء green petals أحد أنواع الميكوبلازما mycoplasma، وينتقل بواسطة نطاطات الأوراق. ومن أهم مظاهر الإصابة أن بتلات الأزهار تكون خضراء اللون، وهذه الأزهار لاتعقد ثمارًا، وقد تعطى عناقيد من الثمار الفقيرة achenes الكبيرة الخضراء. وتكون الأوراق الصغيرة فى النباتات المصابة متقزمة جدًّا ولها حافة صفراء اللون.

مكافحة الأمراض الفيروسية

يمكن الحد من خطورة الإصابات الفيروسية بمراعاة ما يلى:

١ - زراعة شتلات معتمدة خالية من الإصابات الفيرسية.

٢ - إزالة أى نبات تظهر عليه أعراض الإصابة الفيرسية.

٣ - مكافحة نواقل الفيروسات، وخاصة حشرات المن، والذبابة البيضاء، والتربس، ونطاطات الأوراق، أما الفطريات والنيماتودا الناقلة للفيروسات فيتم التخلص منها تلقائيًا عند تعقيم التربة قبل الزراعة.

النيماتودا

تصاب الفراولة بعديد من الأنواع النيماتودية التى قد تتطفل على الجذور أو على النموات الخضرية.

نيماتودا تعقد الجذور

تتبع نيماتودا تعقد الجذور الجنس *Meloidogyne*، ومن أهمها: *M. incognita*، و *M. javanica*، و *M. arenaria*، وجميعها تؤدى إلى تكوين عقد جذرية، وتتسبب – فى حالة الإصابات الشديدة – فى اصفرار الأوراق، وذبولها، وتقزم النباتات، وضعف المحصول، وصغر حجم الثمار.

تحدث الإصابة – غالبًا – فى المشاتل غير المعقمة جيدًا، ثم تنتشر – عن طريق الشتلات المصابة – فى الحقول الإنتاجية. وتزداد شدة الإصابة فى الأراضى الرملية والخفيفة الخشنة التى تناسب زراعة الفراولة.

هذا .. ويعرف نوع رابع من نيماتودا تعقد الجذور يعرف باسم نيماتودا تعقد الجذور الشمالى northern root knot nematode، هو *M. hapla*، وهو لاينتشر إلاّ فى المناطق الباردة نسبيًا شمال خط عرض ٣٥°م شمالاً، ويؤدى إلى موت القمة النامية للجذور وتكوين تفرعات جذرية كثيفة تستهلك طاقة النبات.

نيماتودا تقرح الجذور Root-Lesion Nematodes

تصاب الفراولة بعدة أنواع من نيماتودا التقرح (*Pratylenchus* spp.) التى تحدث أعراضًا تماثل أعراض مرض تعفن الجذور الأسود، ويعتقد بأنها أحد مسببات هذا المرض. وتعيش هذه النيماتودا داخل الجذور، وتنتقل مع الشتلات المصابة.

تبدأ أعراض الإصابة بالنيماتودا على صورة تقرحات بنية اللون على امتداد النمو الجذرى، ثم تتحول هذه التقرحات إلى اللون الأسود.

النيماتودا اللاسعة أو الواخزة

تنتمى النيماتودا اللاسعة أو الواخزة sting nematode التى تصيب الفراولة للنوع *Belonolaimus longicudatus*، وهى تتغذى على الجذور الصغيرة، مما يؤدى فى الإصابات الشديدة إلى تلون سطح الجذور ببقع بنية اللون، وقد يتلون الجذر كله، وتموت الجذور الصغيرة، كما تؤدى الإصابة إلى تقزم النمو الخضرى، واصفراره، ثم

موته في نهاية الأمر، ولكن تتمكن النباتات في الإصابات القليلة من تكوين جذور جديدة تعوض تلك التي أضيرت من تغذية النيماتودا.

وهذه النيماتودا خارجية التطفل، بمعنى أنها تنتقل في التربة، وتتغذى على الجذور وهي طليقة بوخزها بواسطة رماحها.

نيماتودا الأوراق Leaf Nematodes

تصاب الفراولة بنوعين من نيماتودا الأوراق، هما: *Aphelenchoides fragariae* الذي يسبب مرض التقزم الربيعي spring dwarf، و *A. besseyi* الذي يسبب مرض التقزم الصيفي summer dwarf. ويعيش نوعا النيماتودا داخل الأوراق البرعمية، ويتغذيان بامتصاص العصارة منها. تؤدي الإصابة إلى تقزم النباتات وتشوهها، وتظهر الأعراض بعد نمو البراعم المصابة.

يظهر المرض غالبًا عند زراعة شتلات مصابة. ويمكن للنوع الثاني فقط (*A. besseyi*) أن يبقى في التربة لعدة أشهر، وذلك لينشر الإصابة من الموسم الزراعي السابق إلى الموسم الجديد. كما يمكن أن تنتشر النيماتودا مع ماء الري السطحي، وماء الصرف.

تتميز الأوراق التي تنمو من البراعم المصابة بأنها ضيقة وطويلة، ومجعدة، ولامعة، وأن أعناقها قصيرة، وحوافها وعروقها حمراء اللون، ولايتكون سوى القليل من البراعم الزهرية. وتموت بعض النباتات المصابة، ولكن معظمها يعيش ويبقى إنتاجه منخفضًا.

تقضي هذه النيماتودا فترة سكونها في الأجزاء النباتية الجافة المصابة في التربة.

نيماتودا الساق

تصاب الفراولة بنيماتودا الساق *Ditylenchus dipsaci*، حيث تتشوه أوارق النباتات المصابة، وتكون أعناقها قصيرة، وسميكة، كما تتقزم النباتات، وتكون قليلة المحصول. تظهر الأعراض عادة على أجزاء النبات التي تنمو مبكرة في بداية الموسم، وتشتد الإصابة في الجو الرطب المائل إلى البرودة.

طرق مكافحة النيمانتودا

تكافح النيماتودا بمراعاة ما يلي:

١ – زراعة شتلات معتمدة خالية من الإصابات النيماتودية.

٢ – تعقيم التربة قبل الزراعة بمخلوط بروميد الميثايل والكلوروبكرن.

كما يمكن تخفيف أضرار الإصابة بمراعاة ما يلي:

١ – إجراء العزق (خربشة) – أى سطحيًّا – حتى لاتنقطع الجذور السليمة.

٢ – الرى المنتظم، وعدم تعريض النباتات لأى نقص فى الرطوبة الأرضيـة.

٣ – العناية بالتسميد (McGrew ١٩٥٩).

٤ – اقتلاع النباتات المصابة بمجرد ملاحظتها، والتخلص منها خارج الحقل.

٥ – تكافح النيماتودا *A. fragariae* في شتلات الفراولة بغمرها فى الماء الساخن لفترة محددة تتوقف على درجة الحرارة؛ وأنسب فترة لذلك هى ٢٠–٣٠ دقيقة على حرارة ٤٤,٤°م، و ١٠–١٥ دقيقة على حرارة ٤٦,١°م، و ٨–١٠ دقائق على ٤٧,٧°م (Qiu وآخرون ١٩٩٤).

٦ – رش النباتات عند ظهور الإصابة فى الحقول الإنتاجية بالفايدت السائل ٢٤٪ بتركيز ٦–٧ فى الألف، وبمعدل ٣ لترات من المبيد للفدان، مع توجيه محلول الرش إلى النباتات وسطح التربة من حولها. ويجب إيقاف الرش قبل بداية الحصاد بنحو ٨ أسابيع.

الحشرات

الحفار

يكافح الحفار باستخدام الطعم السام الذى يتكون من الهوستاثيون ٤٠٪ أو التمارون ٦٠٠ بمعدل لتر واحد من أى منهما للفدان، يضاف المبيد إلى ٢٥ كجم ردة خشنة أو جريش ذرة، مع قليل من المولاس الذى يعمل على زيادة سرعة التخمر، ومن ثم سرعة جذب الحشرة للطعم. ينثر الطعم على الأرض عند الغروب بعد رى الحقل رية خفيفة.

الدودة القارضة

أكثر أنواع الديدان القارضة انتشارًا، هى السوداء black cutworm (وهى *Agrotis ipsilon*)، وذات الجلد الخشن rough skinned cutworm (*Athetis mindara*).

إن الطور البالغ للدودة القارضة عبارة عن فراشة كبيرة بنية اللون تنشط ليلاً. واليرقة ذاتها رمادية اللون أو مبرقشة بالبنى، ويصل طولها عند اكتمال نموها حوالى ٤ سم. تتغذى اليرقات ليلاً وتختبئ أثناء النهار تحت النباتات، ويكون ذلك - عادة - تحت سطح التربة مباشرة، حيث تُرى عند العثور عليها وهى ملتفة على شكل حلقة تقريبًا. تتغذى هذه اليرقات على عديد من الأنواع النباتية.

تُحدث تغذية اليرقات ثقوبا غير منتظمة الشكل بالأوراق، كما تتغذى اليرقات على سيقان وتيجان النباتات، وقد تؤدى إلى الإضرار التام بالتاج. وتحدث أكبر الأضرار حينما تتغذى اليرقات على محور العنقود الزهرى. تتغذى اليرقات كذلك على الثمار تاركة ثقوبًا كبيرة مميزة فيها، تكون خالية من الخيوط الحريرية والمواد المخاطية.

وتكافح الدودة القارضة بالوسائل التالية:

١ - تعقيم الأسمدة الحيوانية المستعملة قبل إضافتها.

٢ - مكافحة الحشائش جيدًا.

٣ - الرش بالبكتيريا *Bacillus thuringiensis* بمعدل ٠,٥ كجم/فدان من أى من التحضيرات التجارية، مثل دايبل ٢إكس Dipel 2x.

٤ - استعمال الطعم السام هوستاثيون ٥٠٪ مستحلب بمعدل لتر واحد للفدان، أو مارشال ٢٥٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل كيلو جرام واحد للفدان، كما فى حالة الحفار، مع تفضيل استعمال الردة الناعمة.

٥ - الرش بالتمارون أو بالهوستاثيون بمعدل لتر واحد من أى منهما فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

يرقات الجعال

تنتمى يرقات الجعال grubworms إلى نوعين رئيسيين، هما: ديدان الورد ذات الشعر (جعل الورد الزغبى) hairy rose grub (وهى: *Tropinata squalida*)، والديدان

ذات الظهر الجامد harback grub (وهى: *Penitodon bispinosus*)، وهما أكثر أنواع يرقات الجعال انتشارًا فى مصر.

والطور البالغ ليرقات الجعال عبارة عن خنافس بنية اللون يبلغ طولها ١٢-١٨ ملليمترًا، وذات أجنحة براقة، وبطن فضية اللون. تنشط هذه الخنافس لمدة أسبوعين، ولكنها لا تظهر لكونها لاتطير. تضع إناث الخنافس بيضها فى التربة على عمق حوالى ٣-٦ سم، ويفقس البيض فى خلال ٣-٤ أسابيع، منتجًا اليرقات التى تتغذى على الجذور قبل تعذرها. واليرقات الناضجة عبارة عن ديدان كبيرة وسميكة، وذات لون أبيض ترابى، يبلغ طولها ٢٥-٣٥ ملليمترًا، ولها معدة متورمة، وأرجل واضحة بالقرب من الرأس التى تكون بنية اللون. وعند إخراج اليرقات من التربة فإنها ترقد دائمًا فى وضع ملتف على شكل حرف C .

تتغذى الحشرة الكاملة لجعل الورد الزغبى على الأزهار والثمار، مما يؤدى إلى تلفها وتعفنها.

وتكافح الحشرة الكاملة بجمعها فى الصباح الباكر والتخلص منها، وباستعمال مصائد صفراء بها محلول سكرى يحتوى على أحد المبيدات مثل اللانيت، وبالرش بالمبيدات المؤثرة فى الحشرة، مثل: اللانيت ٩٠٪ SP، والميثافين ٩٠٪ SP بمعدل ٣٠٠ جم من أى منهما فى ٤٠٠-٦٠٠ لتر ماء للفدان.

وتحدث يرقات الجعال أضرارها عند تغذيتها على الجذور، وخاصة على قلف وقشرة الجذور الكبيرة. تؤدى تغذية اليرقة إلى اكتساب النمو الخضرى لونًا بنيًا مشوبًا بالحمرة، وإلى تكون ثمار صغيرة الحجم تتزاحم فيها البذور. ومع تقدم الإصابة تنهار النباتات تدريجيًا بسبب الأضرار التى تحدثها اليرقات بالجذور، ثم تموت فى نهاية المطاف. وتبدو الإصابات الحقلية على شكل مساحات من النباتات الميتة. ويمكن غالبًا العثور على اليرقات فى منطقة الجذور عند البحث عنها.

وتدخل اليرقات إلى الحقول - دائمًا - مع الأسمدة العضوية الحيوانية غير المعقمة، وتناسبها الأراضى الرملية والصفراء.

ومن أهم وسائل مكافحة يرقات الجعال، ما يلي:

١ – تعقيم الأسمدة الحيوانية قبل إضافتها للتربة. ويفيد فى القضاء على اليرقات – كذلك – خلط كلوريد الكالسيوم بأكوام السماد.

٢ – تعقيم التربة ببروميد الميثايل.

٣ – يوصى فى الحقول غير المعقمة مكافحة يرقات الجعال قبل الزراعة باستعمال الديازينون ٥٪ بمعدل ٣٥ كجم للفدان، أو الديازينون ١٠٪ بمعدل ٢٠ كجم للفدان، أو السيفيدرول ٨٪ بمعدل ٤٠ كجم للفدان. ينثر المبيد على سطح الأرض، ويخلط بالتربة جيدًا، ثم يقسم الحقل إلى أحواض ويروى رية خفيفة، وذلك قبل إعداده للزراعة.

٤ – استعمال مصائد مائية ذات لون أزرق فاتح لجذب الخنافس وقتلها.

٥ – يفيد رش سطح التربة أو تعفيره بالكبريت بعد الرى فى تجفيف اليرقات التى تتواجد فى الطبقة السطحية من التربة.

٦ – استعمال بعض المبيدات، مثل الموكاب Mocap بمعدل ١٥ كجم/فدان، والفيورادان Furadan بمعدل ١٥ كجم/فدان، والدايازينون Diazinon، مع ضرورة تقليبها جيدًا فى التربة لكى تتحقق الفائدة المرجوة منها.

نطاطات الأوراق

تكافح نطاطات الأوراق باستعمال أى من المبيدات أو بدائل المبيدات التالية:

أكتلك Actellic بمعدل ١,٥ لتر للفدان.

كاراتى Karate بمعدل ٥٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

الملاثيون Malathion.

الميثوكسى كلور Methoxychlor.

البيرينون Pyrenone.

إم–بيد M-Pede.

التربس

يكافح التربس بالرش بأى من: الملاثيون، واللانيت، والداى بروم Dibrom، والأكتلك Actellic.

المنّ

تصاب الفراولة بستة أنواع رئيسية من المن، هى:

١ - من الفراولة أو من الورد *Pentatrichopus fragefolii*.

٢ - من الفراولة المشابه أو من الورد المشابه *Pentatrichopus thomasi*.

يصعب التمييز بين هذين النوعين، وتتزايد أعداهما فى الربيع، بينما تقل كثافتهما العددية فى الجو البارد، وهما يصيبان الورد كذلك.

وتحت الظروف المصرية يتكاثر من الفراولة طوال العام، ولكن يبلغ التزايد فى أعداده أقصاه فى شهر مارس. وتقل أعداده كثيرًا خلال فصل الصيف فى مختلف أنحاء الدولة فيما عدا المناطق الساحلية، كما تقل أيضًا خلال فصل الشتاء.

٣ - منّ القطن *Aphis gossypii*

تزداد شدة الإصابة بمنّ القطن - كذلك - فى الربيع.

٤ - منّ الخوخ الأخضر *Myzus persicae*

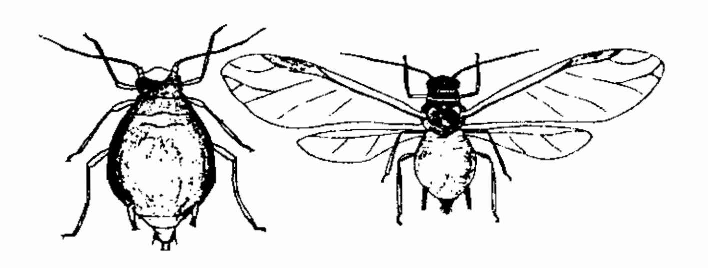
٥ - منّ البطاطس *Macrosiphum euphorbiae*

من أهم مظاهر الإصابة بالمنّ تجمع أفراده على السوق والسطح السفلى للوريقات الصغيرة النامية، وحول عروق الأوراق الكبيرة.

ومن أهم أضرار المنّ امتصاص العصارة، وضعف النمو النباتى، وإفراز السائل السكرى (الندوة العسلية التى تنمو عليها الفطريات وتتجمع عليها الأتربة) ونقل عديد من الأمراض الفيروسية التى تدمر النباتات.

٦ - منّ جذور الفراولة *Aphis farbesi*

يصيب منّ جذور الفراولة (شكل ١٠-٣) أعناق الأوراق والقمم الورقية النامية فى تاج النبات، ويستمر توالده بكريًا خلال فصل الشتاء. كما قد يصيب هذا النوع جذور الفراولة؛ مما قد يؤدى إلى موت النباتات (عبدالسلام ١٩٩٣).



شكل (١٠-٣): فرد مجنح وآخر غير مجنح من منّ جذور الفراولة.

ويكافح المنّ فى حقول ومشاتل الفراولة بالوسائل التالية:

١ - الرش ببدائل المبيدات، مثل:

أ - إم بيد ٤٩٪ سائل بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء.

ب - ديترجنت سائل بمعدل ٢٥٠ مل(سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

جـ - زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب، أو زيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، أو زيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، أو زيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء، أو زيت ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ سم^3(مل)/١٠٠ لتر ماء (وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى ١٩٩٧).

٢ - الرش بالمبيدات، مثل:

بريمور ٥٠٪ بمعدل ٢٥٠ جم فى ٤٠٠-٦٠٠ لتر ماء للفدان.

ملاثيون ٥٧٪ بمعدل لتر واحد فى ٤٠٠-٦٠٠ لتر ماء للفدان.

أكتيلك ٥٠٪ بمعدل ١,٥ لتر فى ٤٠٠-٦٠٠ لتر ماء للفدان.

كاراتى بمعدل ٥٠ مل(سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

أكترا بمعدل ٤٠ جم للفدان رشًّا أو مع ماء الرى بالتنقيط، مع تكرار المعاملة كل ٧-١٠ أيام حسب شدة الإصابة.

تشس Chess بمعدل ١٦٠ جم للفدان رشًّا أو مع ماء الرى بالتنقيط مع تكرار المعاملة كل ٥ أيام حسب شدة الإصابة.

ومن المبيدات الأخرى التى يمكن استعمالها فى مكافحة المنّ، ما يلى (عن Johnson ١٩٩٧):

الجوثيون	Guthion
الدايازينون	Diazinon
الداى سيستون	Di-syston
الثيودان	Thiodan
اللانيت	Lannate
الداى بروم	Dibrom
البيرينون	Pyrenone

إن الأفراد المجنحة التى تصل إلى الحقل من الحقول المجاورة هى التى تقوم بنقل الأمراض الفيروسية إلى النباتات، وهى التى يجب الاهتمام بتوجيه المكافحة الكيميائية إليها. وتزداد أعداد الأفراد المجنحة فى نهاية مارس وفى شهر أكتوبر (عبدالسلام ١٩٩٣).

٣ – المكافحة الحيوية:

من أهم الأعداء الحيوية للمنّ حشرات أبى العيد، وذباب السرفس، ويرقات أسد المنّ، وجميعها من المفترسات، كما تتوفر عدة زنابير متطفلة على المنّ وتحد من أعداده.

كما كوفح المنّ حيويًا بنجاح باستعمال كل من (Sterk & Meesters ١٩٩٧):

A. matricariae	*Aphelinus abdominalis*
Hippodamia convergens	*A. ervi*

ويفيد استعمال البيوفلاى بمعدل ٢٠٠ مل (سم^{3})/١٠٠ لتر ماء.

الذبابة البيضاء

تصاب الفراولة بعدة أنواع من الذباب الأبيض، من أهمها:

١ – ذبابة القطن أو البطاطا البيضاء *Bemisia tabaci*.

٢ – ذبابة البانسية البيضاء *Bemisia argentifolii*.

٣ – ذبابة الفراولة البيضاء *Trialeurodes packardii*.

٤ – ذبابة الأيرس البيضاء *Aleyrodes spiroepides*.

تسبب الذبابة البيضاء أضرارًا مباشرة بامتصاص عصارة النبات، وأخرى غير مباشرة بنقلها لعدد من الأمراض الفيروسية، ولإنتاجها للندوة العسلية التى تنمو عليها الفطريات المترممة التى تضعف قدرة الأوراق على القيام بعملية البناء الضوئى.

تشاهد الحشرة الكاملة على الشتلات فى المشاتل بداية من شهر يونيو حتى ديسمبر، كما تتواجد فى الحقول الإنتاجية طوال الموسم باستثناء الفترة الباردة من حوالى منتصف ديسمبر إلى نهاية شهر مارس.

وتكافح الذبابة البيضاء بالرش بالمبيدات أو ببدائل المبيدات

ومن أهم المبيدات المستخدمة فى المكافحة، ما يلى:

سليكرون ٧٢٪ بمعدل ٧٥٠ مل (سم^{٣}) فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

أكتليك ٥٠٪ بمعدل ١,٥ لتر فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

مارشال ٢٥٪ بمعدل ٨٠٠ جم فى ٤٠٠ لتر ماء للفدان.

كاراتى بمعدل ٥٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

أكترا Actara بمعدل ٨٠ جم للفدان رشًّا أو مع مياه الرى بالتنقيط، مع تكرار المعاملة كل ٧–١٠ أيام حسب شدة الإصابة.

تشس chess بمعدل ٤٨٠ جم للفدان رشًّا أو مع مياه الرى بالتنقيط، مع تكرار المعاملة كل ٥ أيام حسب شدة الإصابة.

ومن أهم بدائل المبيدات المستخدمة فى المكافحة، ما يلى:

إم بيد ٤٩٪ مستحلب بمعدل ١,٥ لتر/١٠٠ لتر ماء.

ناتوراليس ٢,٣ × ١٠^{٧} وحدة/مل بمعدل ١٠٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

زيت كيميسول ٩٥٪ مستحلب، أو زيت سوبر مصرونا ٩٤٪ مستحلب، أو زيت سوبر رويال ٩٥٪ مستحلب، أو زيت كزد أويل ٩٥٪ مستحلب بمعدل لتر واحد/١٠٠ لتر ماء، أو زيت طبيعى ناتيرلو ٩٠٪ مستحلب بمعدل ٦٢٥ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

كذلك يفيد استعمال المبيد الحيوى بيوفلاى بمعدل ٢٠٠ مل (سم^{٣})/١٠٠ لتر ماء.

صانعة أنفاق أوراق الفراولة

تتبع صانعة أنفاق أوراق الفراولة الجنس *Tischeria*.

الحشرة البالغة عبارة عن فراشة أسطوانية الشكل صغيرة الحجم ذات لون رمادى معدنى، يبلغ طولها حوالى ثلاثة ملليمترات. واليرقة – وهى الطور الضار – مفلطحة خضراء اللون، ذات حلقات جسمية واضحة، ورأسها ذات لون بنى قاتم.

تحفر اليرقة بين بشرتى الورقة متلفة بذلك أنسجة الورقة الداخلية، ويزداد تدميرها كلما ازداد حجمها إلى أن تأخذ الأنفاق شكل بقع كبيرة.

وتفيد إزالة الأوراق القديمة – هى الأوراق التى تفضلها إناث الحشرة لوضع بيضها – فى التخلص من أعداد كبيرة من يرقات الحشرة وعذاريها (عبدالسلام ١٩٩٣).

كما تكافح الحشرة بالرش بالمبيدات التالية:

أكترا رشا أو عن طريق مياه الرى بالتنقيط.

فيرتيميك Vertimec ١,٨٪ مستحلب مركز .. وهو مركب طبيعى.

إفيسكت ٥٠٪ مسحوق قابل للبلل.

دودة ورق القطن، والدودة الخضراء، والديدان النصف قياسة

تتغذى هذه الديدان على الأوراق الحديثة محدثة فيها ثقوبًا، وعلى البراعم الخضرية مما يؤدى إلى تلفها، كما أنها تلتهم الأزهار، وتتغذى على الثمار لتحدث فيها ثقوبًا تجعلها غير صالحة للتسويق. وغالبًا ما يستمر تواجد اليرقة داخل الحفرة التى تصنعها فى الثمرة.

وتكافح هذه المجموعة من الديدان بالوسائل التالية:

١ – الرش بأى من التحضيرات التجارية للبكتيريا *Bacillus thuringiensis* بمعدل ٠,٥ كجم للفدان.

٢ – الرش بالمبيدات، مثل:

لانيت ٩٠٪ SP بمعدل ٣٠٠ جم للفدان.

ميثافين ٩٠٪ SP بمعدل ٣٠٠ جم للفدان.

نيودرين ٩٠٪ SP بمعدل ٣٠٠ جم للفدان.

لانيت ٢٠٪ سائل بمعدل لتر واحد للفدان.

نيودرين ٢١,٦٪ سائل بمعدل لتر واحد للفدان.

ريلدان بمعدل لتر واحد للفدان.

جاردونا ٧٠٪ SP بمعدل ٢,٥ لتر للفدان.

سيفين.

بيرينون Pyrenone.

تستعمل هذه المبيدات بالمعدلات المشار إليها فى ٤٠٠-٦٠٠ لتر ماء للفدان.

آفات حشرية أخرى

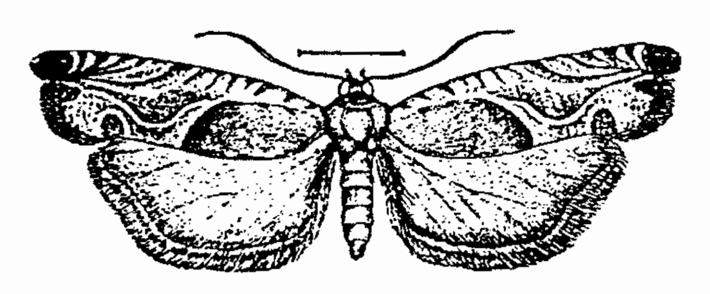
تصاب الفراولة بعديد من الآفات الحشرية الأخرى، والتى يمكن الرجوع إلى تفاصيلها (وصف الحشرة، ودورة حياتها، وأضرارها، وطرق مكافحتها) فى كل من: Davidson & Lyon (١٩٧٩)، وعبدالسلام (١٩٩٣). من أهم تلك الحشرات، ما يلى:

١ - فراشة ثمار الحديقة *Ptycholoma peritana*

تصيب اليرقات - التى يبلغ طولها حوالى ١٢ مم - الأوراق الغضة والثمار، وتحفر اليرقات فى الثمار أنفاقا ضحلة تحيطها بكمية كبيرة من الغزل الحريرى.

٢ - لافة أوراق الفراولة Ancylus comptana frgariae

تتغذى اليرقة - التى يبلغ طولها حوالى ١٢ مم - على الأوراق، ثم تبدأ فى لف الأوراق، ويتم التعذير داخل طيات الأوراق الملفوفة (شكل ١٠-٤).



شكل (١٠-٤): فراشة لافة أوراق الفراولة.

٣ - طاوية الأوراق الكانسة *Cnephasia longamma*

تصيب اليرقة - التى يبلغ طولها حوالى ١٢ مم - أوراق وأزهار وثمار الفراولة، حيث تحفر أنفاقا فى الأوراق لعدة أسابيع تستمر خلالها فى وضع خيوط من الغزل بين

الأوراق، وتهاجم البراعم الزهرية والأزهار والثمار الصغيرة الخضراء، كما تحفر داخل الثمار الناضجة.

٤ – إبرة العجوز الكبيرة *Labidura riparia*

٥ – إبرة العجوز الصغيرة *Labia minor*.

٦ – إبرة العجوز الأوروبية *Forfcula auricularia*.

تصيب إبر العجوز بمختلف أنواعها ثمار الفراولة وتحدث بها حفرًا عميقة تكون خالية من أى مواد لزجة كتلك التى توجد فى الحفر تحدثها البزّاقات.

٧ – فراشة تاج الفراولة *Ramosia biblonipennis*

تحفر اليرقة – التى يبلغ طولها ٢,٥ سم – فى نسيج الخشب بتاج النبات إلى أن تُفَرِّغ التاج تفريغًا تامًا، مما يؤدى إلى موت الجزء العلوى من النبات.

٨ – خنفساء الهوبليا *Hoplia oregona*

تتغذى اليرقة – التى تأخذ شكل حرف C ويبلغ طولها ١٢ مم – على جذور نباتات الفراولة؛ فتزيل الشعيرات الجذرية، والقلف، والقشرة، مسببة ضررًا بطيئًا لكل المجموع الجذرى، ولكنها لا تنفذ إلى تاج النبات.

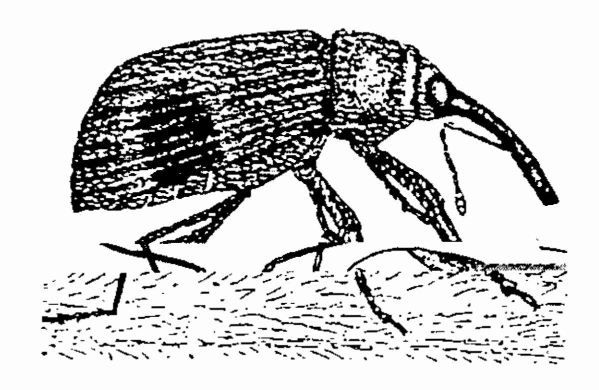
٩ – سوسة العنب الأسود *Brachyrhinus* spp.

تتغذى الحشرة الكاملة – التى يتراوح طولها بين ٦ مم، و ١١ مم – على النمو الخضرى، ثم تضع بيضها فى التربة حول التاج، وتتغذى اليرقات – التى يبلغ طولها حوالى ١١ مم – على الجذور، حيث تقرضها، وتدمر الجذور الصغيرة تمامًا، وتكشط قلف وقشرة الجذور الرئيسية.

١٠ – الديدان السلكية:

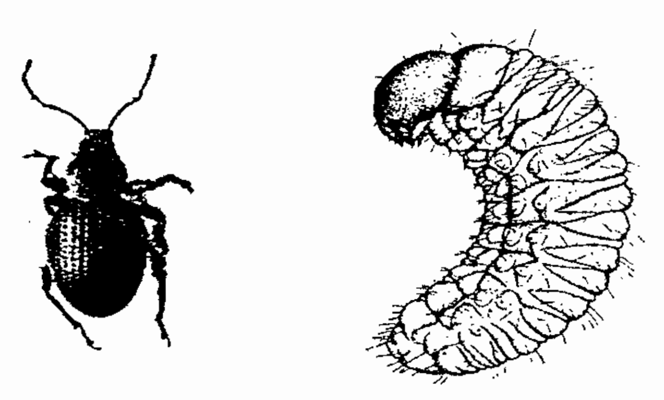
الديدان السلكية هى الأطوار غير اليافعة لخنافس فرقع لوز. تتغذى الديدان – التى يبلغ طولها حوالى ٢,٥ سم – على الجذور. وتأخذ اليرقة اسمها من حيث كونها رفيعة وطويلة ومغطاة بجلد صلب.

١١ – سوسة الفراولة *Anthonomus signatus* (شكل ١٠–٥).



شكل (١٠-٥): سوسة الفراولة.

١٢ - سوسة جذور الفراولة *Otriorhynchus ovatus* (شكل ١٠-٦).



شكل (١٠-٦): سوسة جذور الفراولة.

المكافحة الميكانيكية لحشرات الفراولة

أمكن مكافحة عديد من الحشرات الصغيرة في حقول الفراولة بواسطة شفطها بجهاز يسير ويدار ذاتيا يطلق عليه اسم بيوفاك Biovac، وهو جهاز مصمم خصيصا للفراولة، حيث يخلص النباتات من الجزء الأكبر من تلك الحشرات. ويوصى بعدم استعمال الجهاز بين الساعة الثامنة صباحا والسادسة مساء وهى الفترة التى ينشط فيها النحل؛ ذلك لأن مروره في وجود النحل - في أحد الاختبارات - أدى إلى طيران ١٩٪ فقط من أفراد النحل، ومن بين الأعداد المتبقية .. شفط الجهاز ٦١٪ منها، بينما تعلقت الباقيات (٣٩٪) بالنباتات (Chiasson وآخرون ١٩٩٧).

العنكبوت الأحمر

يعد العنكبوت الأحمر العادى ذات البقعتين two-spotted red spider mite – الذى يعرف علميًّا بالإسم *Tetranychus urticae* – من أهم الآفات الحيوانية التى تسبب خسائر كبيرة لمنتجى الفراولة فى مصر وغيرها من الدول المنتجة للفراولة.

دورة الحياة والظروف المناسبة للإصابة

تختلف فترة دورة حياة العنكبوت الأحمر حسب الظروف الجوية؛ ففى حرارة ٣٠°م يمكن أن تعيش الإناث لمدة ٣٠ يومًا تنتج خلالها جيلاً جديدًا كل ٨ أيام وفى حرارة ١٢°م تستغرق دورة الحياة ٤٠ يومًا.

تبدأ تغذية العنكبوت على السطح السفلى للأوراق فى مستعمرات صغيرة، ويستمر تكاثره من الخريف وحتى نهاية الحصاد على الرغم من تناقص أعداده خلال شهور الشتاء البارد. ويناسب الجو الحار الجاف سرعة تكاثر العنكبوت الأحمر؛ ولذا .. تحدث معظم الأضرار بداية من شهر مارس. تضع الأنثى بين بيضتين، وست بيضات يوميًّا حتى تكمل وضع ٧٠-١٠٠ بيضة يفقس البيض فى خلال ٣ أيام على حرارة ٢٣°م، ولكن تطول المدة إلى ١٥ يومًا فى حرارة ١٠°م. تكون الأفراد الحديثة الفقس – فى الطور اليرقى – ذات ٦ أرجل، وتمر خلال مرحلتين تطوريتين قبل وصولها إلى الطور البالغ. وتستغرق الفترة من الفقس حتى الوصول إلى مرحلة الطور البالغ ١٩ يومًا فى حرارة ١٣°م تقل إلى ٥ أيام على حرارة ٢٣°م، ويمكن أن يكون هناك ١٥ جيلاً أو أكثر سنويًّا (عن Picha ١٩٩٩ب).

لايستطيع العنكبوت الأحمر الطيران، ولكن أفراده البالغة تصنع خيوطًا دقيقة يمكن أن تحملها الرياح – بما عليها من عنكبوت – إلى النباتات أو الحقول المجاورة.

ولايشكل العنكبوت خطورة إلا فى الجو الحار حيث تقل فترة دورة حياته إلى خمسة أيام فقط، ومع قدرة الإناث على وضع البيض بأعداد كبيرة، يتعين فحص الحقل بمعدل مرتين أسبوعيًّا فى الجو الحار (عن Howard وآخرين ١٩٨٥).

كما تزداد خطورة العنكبوت الأحمر عند كثرة الأتربة فى الجو أو على الأسطح

الورقية، ولذا .. يفيد رش الطرق الترابية المجاورة لحقول الفراولة بالماء، والقيادة عليها ببطء تجنبًا لإثارة الأتربة.

كذلك تكون النباتات التى تعانى من نقص الرطوبة الأرضية أكثر عرضة للإصابة بالعنكبوت الأحمر عن تلك التى تحصل على كفايتها من الرطوبة.

الأضرار

تؤدى بداية الإصابة بالعنكبوت (حوالى ٥–١٠ أفراد بالوريقة) إلى حدوث تبرقش أصفر خفيف بالأوراق، ويرجع ذلك إلى موت الخلايا التى يمتص منها العنكبوت العصارة. وتؤدى الإصابة الشديدة إلى فقد الأوراق لمظهرها الأخضر النضر، فتصبح برونزية اللون من سطحها العلوى، ويكتسب سطحها السفلى لونًا بنيًّا، ويظهر فيه نسيج العنكبوت ممتدًا بين عروق الورقة. ويحدث ذلك عند تواجد حوالى ٢٠ فردًا بالورقة، وبزيادة شدة الإصابة تتقزم النباتات وتأخذ أوراقها لونًا قرمزيًّا، ثم بنيًّا، ثم تجف، وتتجمع عليها الأتربة مع بقايا العنكبوت. ويؤدى تقزم النمو وضعفه إلى نقص المحصول وصغر أحجام الثمار المنتجة. وتبلغ شدة الإصابة أقصى مدى لها فى منتصف شهر مارس.

ونظرًا لأن العنكبوت الأحمر أصغر من أن يُرى بالعين المجردة .. ولكونه يتغذى دائمًا على السطح السفلى للأوراق، فإن إصابات العنكبوت قد لا تلاحظ قبل تفاقمها.

وقد بلغ النقص فى المحصول الناشئ عن تغذية العنكبوت الأحمر – فى إحدى الدراسات – حوالى ٢٥٪ فى المتوسط، وكان مرد ذلك إلى النقص فى عدد الثمار، حيث لم تؤثر الإصابة معنويًّا على حجم الثمار. وقد بدأ النقص الملحوظ فى المحصول فى الظهور عند زيادة كثافة تواجد العنكبوت الأحمر عن فرد واحد بكل وريقة. وكانت الإصابة فى أواخر فصل الشتاء وبداية الربيع – فى كاليفورنيا – أكثر تأثيرًا فى خفض المحصول عن تأثير مستويات مماثلة من الإصابة فى أواخر الربيع وخلال الصيف (Walsh وآخرون ١٩٩٨).

مكافحة العنكبوت الأحمر بالمبيدات

تكمن صعوبة مكافحة العنكبوت الأحمر بالمبيدات فيما يلى:

١ – يعيش العنكبوت على السطح السفلى للأوراق، وتتطلب المكافحة الجيدة وصول المبيد إليها، وذلك ليس بالأمر السهل.

٢ – ومما يزيد الأمر صعوبة أن الأوراق المسنة التى تكثر فيها الإصابة بالعنكبوت تكون ملامسة للبلاستيك المستعمل فى تغطية التربة.

٣ – ومع نمو النباتات فإن أوراقها تكون مندمجة معًا ومتقاربة من بعضها إلى حد كبير.

٤ – تفقد المبيدات الأكاروسية فاعليتها فى وقت قصير من بداية استعمالها على نطاق واسع بسبب تكوين العنكبوت لسلالات جديدة تكون مقاومة لتلك المبيدات.

ومن أهم المبيدات التى تستعمل فى مكافحة العنكبوت الأحمر، ما يلى:

أورتس بمعدل ٥٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

كالثين زيتى ١٨,٥٪ بمعدل لتر واحد للفدان.

تديفول زيتى بمعدل لتر واحد للفدان.

كالثين ميكرونى WH بمعدل كيلو جرام واحد للفدان.

باروك Baroque ١٠٪ معلق بمعدل ٢٥ سم^3 (مل)/١٠٠ لتر ماء.

أوميت Omite بمعدل ٦٧٠–١٣٥٠ جم من المادة الفعالة للفدان.

مورستان Morestan بمعدل ١١٠–٢٢٠ جم من المادة الفعالة للفدان.

ثيوفيت ٨٠٪ مسحوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

سولفكس اكسيل ٨٠٪ محسوق قابل للبلل بمعدل ٢٥٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

كاراتى بمعدل ٥٠ مل (سم^3)/١٠٠ لتر ماء.

داى سيستون Di-syston.

فندكس Vendex.

يجب ألا يقل ضغط الهواء عند رش مبيدات العناكب عن ١٤ كجم/سم^2 (٢٠٠ رطل/بوصة مربعة) لكى يتوزع محلول الرش على شكل رذاذ دقيق جدًّا على كل الأسطح الورقية.

كما يجب أن يتوقف الرش بالمبيدات قبل الحصاد بمدة شهر على الأقل.

مكافحة العنكبوت الأحمر ببدائل المبيدات

من أهم بدائل المبيدات التى تستخدم فى مكافحة العنكبوت الأحمر، ما يلى:

الكبريت الميكرونى بمعدل ٤٠٠ جم/١٠٠ لتر ماء.

بيوفلاى ٣ × ١٠^{٧} وحدة/مل (سم^{٣}) بمعدل ٢٠٠ مل/١٠٠ لتر ماء.

مبيدات الصابون، مثل إم مبيد ٤٩٪ سائل بمعدل ١,٥ لتر/١٠٠ لتر ماء. هذا .. وتعمل مبيدات الصابون - وهى عبارة عن ملح البوتاسيوم للأحماض الدهنية (مثل إم بيد، وسيفر Safer) بالتلامس حيث تؤدى إلى تكسير طبقة الكيوتين بالعنكبوت؛ مما يؤدى إلى جفافه وموته.

فيرتميك ١,٨ مستحلب مركز - وهو مركب طبيعى يحتوى على مادة الأباماكتين abamactin - بمعدل ١٠ جم من المادة الفعالة للفدان. هذا .. والأباماكتين مادة تنتج طبيعيًّا بواسطة الاستربتومايسين *Streptomyces avermitils*.

مكافحة العنكبوت الأحمر بيولوجياً باستعمال العناكب المفترسة

تستخدم عدة أنواع من العناكب المفترسة predator mites فى مكافحة العنكبوت الأحمر العادى فى معظم دول العالم المنتجة للفراولة، ولعل أهمها المفترس *Phytoseiulus persimilis*، الذى يستعمل على نطاق واسع فى ولايتى كاليفورنيا، وفلوريدا الأمريكيتين، وفى إسبانيا، كما نجح استعماله فى مصر ولكن على نطاق ضيق، وفى المملكة المتحدة كان استعماله واعدًا (Easterbrook وآخرون ١٩٧٧). وسوف نركز جل اهتمامنا على هذا المفترس قبل تناول بعض الأنواع المفترسة الأخرى.

دورة حياة العنكبوت المفترس فيتوسيلس برسيميلس

يمر العنكبوت المفترس *Phytoseiulus persimilis* فى دورة حياته بأطوار مماثلة لتلك التى يمر بها العنكبوت الأحمر العادى. يكون البيض ذات لون كهرمانى (أصفر ضارب إلى الحمرة)، وتضعه الإناث دائمًا بالقرب من غذاء اليرقات الذى يتمثل فى مستعمرات العنكبوت الأحمر. ويمكن تمييز بيض المفترس عن بيض العنكبوت الأحمر بلونه

الكهرمانى، وشكله البيضى، وحجمه الكبير. ويمكن للأنثى الواحدة من المفترس - التى يبلغ قطرها حوالى ٠,٥ مم - وضع ٦٠ بيضة. أما صغار المفترس فهى برتقالية اللون، وذات أرجل طويلة، وكثيرة الحركة.

تكون الأفراد البالغة للعنكبوت المفترس برتقالية اللون، يبلغ طولها حوالى ٠,٥ مم، ولها أرجل طويلة تمكنها من الحركة السريعة لأجل صيد فريستها من العنكبوت الأحمر الذى يكون أقل منها حركة. ويمكن للعنكبوت المفترس افتراس ٧ أفراد عنكبوت بالغة أو ٢٠ بيضة من بيضة يوميًا.

تبلغ فترة حياة العنكبوت المفترس حوالى ٨ أيام فى مراحلة غير الناضجة، وحوالى ٣٦ يومًا كأفراد بالغة، ويمكن له التطور من البيضة إلى فرد بالغ فى خلال ٥ أيام على حرارة ٣٠°م، و ٢٥ يومًا على حرارة ١٥°م، ويتراوح أنسب مجال حرارى لنشاطه بين ١٨، و ٢٩°م، مع ٦٠٪-٩٠٪ رطوبة نسبية بين أوراق النبات. ولاينشط المفترس فى حرارة ١٠°م أو أقل من ذلك، كما يقل نشاطه فى حرارة تزيد عن ٣٢°م، ويموت فى حرارة ٣٨°م (عن Picha ١٩٩٩ب).

يتميز العنكبوت المفترس بقدرة عالية على التكاثر؛ مما يساعد فى الحد من أعداد العنكبوت الأحمر. وفى المتوسط .. تستغرق دورة حياة العنكبوت المفترس نصف الوقت الذى تستغرقه دورة حياة العنكبوت الأحمر العادى فى نفس الظروف البيئية. وتتغذى جميع أطوار العنكبوت المفترس بعد فقس البيض على أطوار العنكبوت الأحمر العادى، وكذلك معظم أنواع العناكب التابعة للجنس *Tetranychus*، حيث يعتمد المفترس عليها اعتمادًا كليًا فى غذائه، ويتضور جوعًا حتى الموت إن لم يجدها، أو ينتشر بحثًا عنها بكفاءة عالية (عن van de Vrie & Price ١٩٩٤).

وتتراوح الحرارة المثلى لتكاثر المفترس بين ٢١، و ٢٧°م، ولايمكنه غالبًا تحقيق نتائج مرضية فى درجات الحرارة المنخفضة، أو درجات الحرارة العالية جدًا.

مراقبة وتقرير شدة الإصابة بالعنكبوت الأحمر لأجل إحكام المكافحة البيولوجية

إنه لمن الأهمية بمكان إطلاق العنكبوت المفترس فى الوقت المناسب وقبل ازدياد أعداد العنكبوت الأحمر بشدة، حيث تصبح مقاومته أكثر صعوبة وتكلفة، وتستغرق وقتًا

أطول. كذلك يجب وضع بؤر الإصابة (البقع الساخنة hot spots) التى تشتد فيها الإصابة بالعنكبوت الأحمر تحت المراقبة لأنها الأماكن التى تبدأ منها الإصابات الوبائية.

ولذا .. تلزم مراقبة الوضع بالنسبة لأعداد العنكبوت الأحمر العادى بالحقل ليمكن مكافحته بكفاءة. وفى بداية الأمر يكفى إجراء عملية تقدير كثافة تواجد العنكبوت الأحمر أسبوعيًّا، ولكن مع الاقتراب من الكثافة الحرجة يتعين إجراء تلك العملية كل ٣-٤ أيام.

يستعمل فى عملية تقدير الكثافة عدسة يدوية ذات قوة تكبير تتراوح بين ٦، و ١٤ ضعف، ويكون التقدير فى عينة عشوائية من ١٠٠ وريقة من كل فدان. وبعد إطلاق العنكبوت المفترس يتعين الاستمرار فى عملية تقدير كثافة العنكبوت الأحمر أسبوعيًّا لمدة ٦-٨ أسابيع أخرى.

ونظرًا لصعوبة عدّ أفراد العنكبوت وبيضه على الوريقات فى الحقل، فإنه يمكن الاستفادة من العلاقة التى توجد بين عدد الأوراق المصابة (بأى عدد من أفراد العنكبوت) وبين كثافة العنكبوت بالورقة فى الحصول على هذا التقدير، وذلك كما يلى (عن van de Vrie & Price ١٩٩٤):

نسبة الأوراق المصابة (٪)	الكثافة المتوقعة لأفراد العنكبوت بالورقة بالعدد
١-٥	٢-٤
٦-١٠	٥-٩
١١-١٥	١٠-١٣
١٦-٢٠	١٣-١٥

وعمومًا .. توجد ثلاث فترات حرجة يتعين خلالها تقدير كثافة تواجد العنكبوت الأحمر فى الحقل، وهى:

١ - قبل الزراعة:

غالبًا ما تصل شتلات الفراولة من المشاتل وهى مصابة بالفعل بالعنكبوت الأحمر، ويتعين لذلك فحص النباتات بعناية للتأكد من خلوها من الآفة أو تحديد كثافة

تواجدها. ويلزم لذلك فحص ٥٠-١٠٠ نبات من كل شحنة شتلات حتى ولو كانت كل الشحنات من مشتل واحد. وفي حالة وجود إصابة بالعنكبوت يتعين مكافحتها بالرش بأحد المبيدات المناسبة بمجرد استعادة النباتات لنموها بعد الشتل.

٢ - بعد نجاح الشتل:

يبدأ تقدير كثافة تواجد العنكبوت الأحمر من جديد بمجرد انتهاء مرحلة الري بالرش بعد الشتل، ويلزم لإجراء ذلك فحص ١٠٠ وريقة. تؤخذ للفحص وريقات مسنة في بداية الأمر، ثم تؤخذ بعد ذلك وريقات من أحدث الأوراق إكمالا لنموها، مع تجنب استعمال الأوراق الحديثة الصغيرة.

٣ - بعد إطلاق المفترس:

يجب الاستمرار في تقدير كثافة العنكبوت الأحمر، وكذلك العنكبوت المفترس، لمدة ٦ أسابيع بعد إطلاق المفترس (van de Vrie & Price ١٩٩٤).

وخلال الأسبوعان الأول والثاني بعد إطلاق المفترس قد يكون من الصعب العثور عليه، حيث لاتزيد كثافة تواجده حينئذٍ - عادة - عن ٢-٥ أفراد وبعض البيض في كل ١٠٠ وريقة، ولكن ذلك يكون كافيًا في تلك المرحلة. وبعد ذلك تزداد أعداد العنكبوت المفترس بسرعة كبيرة تتناسب مع كثافة تواجد العنكبوت الأحمر العادي.

التوقيت المناسب لإطلاق العنكبوت المفترس

يتحدد الوقت المناسب لإطلاق العنكبوت المفترس في حقل الفراولة على العوامل التالية:

١ - كثافة تواجد العنكبوت الأحمر العادي:

تعتمد كثافة تواجد العنكبوت الأحمر التي يتعين إطلاق المفترس عندها على مدى قابلية الصنف للإصابة بالعنكبوت؛ فمثلاً .. نجد أن سلفا وسي سكيب أكثر حساسية عن أوزوجراندي وباخارو، بينما يحتل سويت تشارلي موقعًا وسطًا. ولذا .. فإن المكافحة الجيدة للعنكبوت الأحمر تتحقق عندما يلاحظ تواجده في ٢٪-٥٪ من الوريقات في سلفا وسي سكيب، وفي ٥٪-١٠٪ من الوريقات في أزوجراندي وباخارو.

وإذا زادت كثافة تواجد العنكبوت الأحمر عن هذه الحدود فإنه يتعين تصحيح الوضع أولاً بالرش بأحد المبيدات المناسبة قبل إطلاق المفترس.

٢ - حجم النبات:

يكون من المناسب إطلاق المفترس عندما يتكون بالنبات ٢-٤ أوراق جديدة. أما إذا زاد عدد الأوراق عن ذلك فإنه يتعين على المفترس قضاء وقت أطول فى التجول على الأوراق بحثًا عن فريسته.

٣ - تواجد الآفات الأخرى:

نظرًا لأن تواجد الآفات الأخرى يتطلب مكافحتها بالمبيدات، ونظرًا لأن هذه المبيدات قد تؤثر على المفترس؛ لذا يتعين عدم إطلاق المفترس إلا بعد مرور ٤-٦ أيام بعد المعاملة بالمبيدات، وعدم استعمال المبيدات فى مكافحة تلك الآفات إلا بعد مرور ٤-٦ أيام من إطلاق المفترس.

كذلك لا يجوز إطلاق المفترس بعد الشتل مباشرة إذا كان قد سبق رش المشتل بأحد المبيدات الضارة به قبل تقليع الشتلات بفترة وجيزة، ويتعين لهذا الغرض الاستفسار من منتجى الشتلات عن برنامج الرش بالمبيدات الذى طبق فى المشاتل خلال الأسبوع السابق للتقليع (عن van de Vrie & Price ١٩٩٤).

٤ - الجوانب الاقتصادية:

إن الجانب الاقتصادى يتوقف على تكلفة استعمال المفترس مقارنة بالمكافحة الكيميائية، ولكن يجب أن تؤخذ أيضًا فى الحسبان المزايا غير المباشرة لاستعمال المفترس، والتى تتضمن زيادة النمو الخضرى، وتواجد أعداد أكبر من الأعداء الحيوية للآفات، بسبب عدم استعمال المبيدات.

ويتم إطلاق العنكبوت المفترس فى الحقل بمعدل فرد واحد لكل نبات عندما تحتوى ٢٪ إلى ١٠٪ من أوراق النبات على عنكبوت أحمر واحد على الأقل. ويستمر فحص الحقل إلى حين التأكد من أن العنكبوت المفترس بدأ فى وضع بيضه؛ الأمر الذى يبدأ - عادة - بعد نحو أسبوعين من إطلاقه فى الحقل.

وقد وجد Hepworth & MacFarlane (١٩٩٢) أن أنسب وقت لإطلاق المفترس *P.*

persimilis كان عندما انخفض عدد الوريقات التى تخلو من العنكبوت الأحمر – بعد فحص ١٠٠ وريقة – إلى ٧٥٪، أما عندما انخفضت تلك النسبة إلى ٥٪ فإنه تعين الرش بأحد المبيدات المناسبة.

إطلاق العنكبوت المفترس

يتوفر العنكبوت المفترس – عادة – فى زجاجات بحجم ٥٠٠ سم٣ (مل) يختلط فيها الفيرميكيوليت مع حوالى ٢٠٠٠ فرد، ويحافظ عليها مبردة فى حرارة ١٠°م لحين استعمالها.

يمكن الكشف عن جودة المفترس ومدى حيويته قبل إطلاقه بفتح العبوة التى تحتوى على المفترس مخلوط بالبيت موس وتركها فى وضع قائم لعدة دقائق، فإذا ما كان المفترس نشطًا فإن أعدادًا كبيرة منه تشاهد وهى تزحف نحو فوهة العبوة فى خلال دقائق معدودات. ويتعين إعادة هذه الأفراد إلى داخل العبوة برفق قبل إطلاقها فى الحقل. هذا .. ويميل العنكبوت المفترس إلى الانفصال عن البيت موس فى الحرارة العالية.

ويتعين قبل إطلاق المفترس إدارة العبوة عدة مرات لخلطه جيدًا مع البيت موس، مع تجنب رج العبوة بقوة حتى لا يُضار المفترس، كما يتعين تكرار إدارة العبوة برفق كل فترة لضمان استمرار تجانس توزيع المفترس فى الفيرميكيوليت.

ويتم الإطلاق بالسماح بتوزيع حوالى ١/٤ ملعقة شاى من مخلوط الفيرميكيوليت مع المفترس على تاج كل رابع أو خامس نبات بالخط. وتحتوى هذه الكمية – عادة – على مفترس واحد فى المتوسط. ويعنى ذلك أن كل زجاجة تكفى لإمداد حوالى ٢٠٠٠ نبات بالمفترس، أى تكفى للمكافحة الحيوية للعنكبوت الأحمر فى حوالى ٨٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ نبات.

ويُحصل على أفضل النتائج فى المكافحة الحيوية للعنكبوت الأحمر عندما تكون نسبة أفراد المفترس إلى العنكبوت الأحمر العادى حوالى ١ :٣، ويتعين إطلاق المفترس بمعدل ١٥٠٠٠–٢٠٠٠٠ فرد للفدان.

هذا .. ويكفى عادة إطلاق المفترس مرة واحدة خلال الموسم (عن van de Vrie & Price ١٩٩٤، و Price ١٩٩٦).

ويربى *P. persimilis* لأجل الاستعمال التجارى بواسطة عديد من الشركات، منها:

Kopper B. V.
Verlingweg 17, Postbus 155
2650 AD Berkel en Rodenrijs
Netherlands

محاذير استعمال المبيدات عند مكافحة العنكبوت الأحمر حيويًا

يتعين الحذر الشديد فى استعمال المبيدات عند استخدام العنكبوت المفترس *P. persimils* – أو غيره من العناكب المفترسة – فى مكافحة العنكبوت الأحمر العادى، وذلك حتى لاتؤدى المبيدات إلى قتل المفترس؛ مما يستدعى إعادة إطلاقه من جديد، مع ما يتطلبه ذلك من تكلفة إضافية.

وتقسم المبيدات الشائعة الاستعمال حسب سميتها للمفترس *P. persimilis*، كما يلى:

١ – مبيدات لا تضر بالمفترس، مثل:

Benomyl (Benlate)	*Bacillus thuringiensis*
Chlorothalonil (Bravo)	fenbutatin-oxide (Vendex)
Insecticidal soap (Safer)	Captan
Iprodione (Rovral)	myclobutanil (Rally)
Propargite methyl (Omite)	Abamectin (Avid)
Thiophanate methyl (Topsin)	Vinclozolin (Ronilan)

٢ – مبيدات يمكن استعمالها مع توخى الحذر، مثل:

carbary (Sevin)	Sulphur
DCPA (Dacthal)	Endosulfan (Thiodan)
Dicofol (Kelthane)	Diazinon
Devrinol	Napropamide
	Malathion

٣ - مبيدات لايجوز استعمالها فى وجود *P. persimilis* لأنها تقضى عليه، مثل:

Malathion	azinphosmethyl (Guthion)
Mevinphos (Phosdrin)	Bifenthrin (Brigade)
naled (Dibrom)	chlorpyrifos (Lorsban & Dursban)
Parathion	methomyl (Lannate)

بعض أنواع العناكب الأخرى المفترسة للعنكبوت الأحمر

١ - العنكبوت المفترس الغربى *Galendromus occidentalis*:

يحتاج العنكبوت المفترس الغربى إلى فترة أطول من تلك التى يستغرقها *P. persimilis* لكى يصبح فعالاً، ولكنه أكثر تحملاً منه لارتفاع لحرارة. وهو يتغذى كذلك على حبوب اللقاح ورحيق الأزهار وأنواع العناكب الأخرى فى غياب العنكبوت الأحمر العادى. ينشط هذا المفترس فى حرارة تتراوح بين ٢٧، و ٣٨°م، ولكنه يستمر نشطًا فى حرارة ٢١°م، ويتحمل الرطوبة النسبية المنخفضة حتى ٥٠٪، كما أنه أكثر تحملاً للمبيدات عن *P. persimilis*.

٢ - المفترس *Neoseiulus californicus* (=*Amblyseius californicus*):

يتغذى هذا المفترس على العنكبوت الأحمر العادى، ويمكنه البقاء فى غياب العنكبوت الأحمر بالتغذية على حبوب اللقاح، ولكن دون أن يتكاثر، وهو شديد الحساسية للمبيدات (عن Picha ١٩٩٩ب).

وقد أدى إطلاق هذا المفترس بمعدل فرد واحد لكل ٥-١٠ أفراد من العنكبوت الأحمر العادى - عندما كانت كثافة تواجد الأخير أعلى من فرد واحد/وريقة - أدى ذلك إلى خفض أعداد العنكبوت الأحمر فى خلال أسبوع واحد إلى أسبوعين (Garcia-Mari & Gonzalez-Zamora ١٩٩٩).

٣ - المفترس *Amblyseius fallacis*:

يستخدم فى مكافحة العنكبوت الأحمر العادى عنكبوتًا آخر مفترس، هو *Amblyseius fallacis*، وهو يتواجد طبيعيًّا فى شمال شرق الولايات المتحدة، ويربى كذلك لأجل الاستعمال التجارى (Cooley وآخرون ١٩٩٦).

يمكن لهذا النوع افتراس ٤-٧ أفراد عنكبوت أحمر بالغة، و ١١-١٥ من الصغار يوميًّا (Picha ١٩٩٩ب).

وقد وجد أن العنكبوت المفترس *A. fallacis* ينتشر - فيما بين ١٦٦، و ٢٥٠ وحدة حرارية يومية - أعلى من ١٠°م - بمعدل ٢,٥-١٣,٣م²/١٠٠ وحدة حرارية يومية. وفي ظل ظروف كثافة للعنكبوت الأحمر العادى وعمر نباتى يستلزمان إطلاق أعداد كبيرة من المفترس، وجد أن إطلاق ١٦٠٠٠ فرد من المفترس على ١٠٠ موقع بالهكتار، أو ٧٠٠٠ فرد على ١٠ مواقع أدى إلى تغطية المفترس للمساحة كلها فى خلال ٥٠٠ وحدة حرارية يومية. أما إذا كان إطلاق المفترس بالمعدل المنخفض ٥٠٠ فرد على ١٠ مواقع بالهكتار، فإن تغطية المفترس للمساحة الكاملة تطلب ما لايقل عن ١٠٠٠ وحدة حرارية يومية أعلى من ١٠°م (Croft & Coop ١٩٩٨).

وقد اقترح Price وآخرون (١٩٩٨) معاملة المشاتل بالمفترس *P. persimilis*، ثم زراعة الشتلات بما تحمله من أفراد المفترس دونما حاجة إلى إطلاقه من جديد فى الحقل الإنتاجى. وقد وجد أن حصاد الشتلات، وربطها فى حزم، وتبريدها على ٤°م، وتخزينها، وتعريضها لظروف تحاكى ظروف الشحن أدى إلى هلاك مالا يزيد عن ٥٠٪ من أفراد المفترس فى خلال ٥-٦ أيام، ومالا يزيد عن ٧٠٪ فى خلال ١٢ يومًا.

٤ - المفترس *Amblyseius idaeus*.

٥ - المفترس *Phytoseiulus macropilis* (Watanabe وآخرون ١٩٩٤).

الفئران

تكافح الفئران باستعمال المبيد ستورم، مع مراعاة وضع المبيد فى أوعية أو مواسير وعدم ملاسته الثمار.



مصادر الكتاب

أبوبلان، حفظى أحمد (١٩٨٨). دراسة وتشخيص الأمراض الفطرية التى تصيب الفراولة فى الأردن وطرق مكافحتها. المهندس الزراعى – المملكة الأردنية الهاشمية – العدد ٣١ (مارس ١٩٨٨) – صفحات: ٨-١٣.

أستينو، كمال رمزى، وعزالدين فراج، ووريد عبدالبر وريد، وأحمد عبدالمجيد رضوان، وعبدالرحمن قطب جعفر، ومحمد عبدالعزيز عبدالفتاح (١٩٦٤). نباتات الخضر وأصنافها. مكتبة الأنجلو المصرية – القاهرة – ٢١٦ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (١٩٩٨). تكنولوجيا إنتاج الخضر. المكتبة الأكاديمية – القاهرة – ٧٢٥ صفحة.

حسن، أحمد عبدالمنعم (٢٠٠٠). الأساليب الزراعية المتكاملة لمكافحة أمراض وآفات وحشائش الخضر. المكتبة الأكاديمية – القاهرة – ٥٨٦ صفحة.

عبدالسلام، أحمد لطفى (١٩٩٣). الآفات الحشرية فى مصر والبلاد العربية وطرق السيطرة عليها. الجزء الثانى: الآفات الحشرية التى تصيب بساتين الخضر والفاكهة والزينة. المكتبة الأكاديمية – القاهرة – ٧٨١ صفحة.

عرفة، إمام عرفة، وجاد الرب محمد سلامة، وميلاد حلمى زكى (٢٠٠١). استخدام الأنفاق البلاستيكية فى إنتاج محاصيل الخضر. مشروع تطوير النظم الزراعية – الإسماعيلية – ١٠٤ صفحات.

وزارة الزراعة – جمهورية مصر العربية (١٩٨٠). خدمة وزراعة الفراولة. نشرة إرشادية.

وزارة الزراعة والثروة الحيوانية والسمكية واستصلاح الأراضى – جمهورية مصر العربية (١٩٩٤). الفراولة – ٣٦ صفحة.

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضى – جمهورية مصر العربية (١٩٩٧). برنامج مكافحة الآفات الزراعية – ١٧٢ صفحة.

وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي (١٩٩٨). زراعة وإنتاج الفراولة للتصدير. مشروع استخدام ونقل التكنولوجيا الزراعية – ٤٦ صفحة.

Agar, T., F. Bangerth, and J. Streif. 1995. Effect of high CO_2 and controlled atmosphere concentrations on the ascorbic acid, dehydroascorbic acid and total vitamin C content of berry fruits. Acta Horticulturae No. 398: 93-100.

Aharoni, Y. and R. Barkai-Golan. 1987. Pre-harvest fungicide sprays and polyvinyl wraps to control *Botrytis* rot and prolong the post-harvest storage life of strawberries. J. Hort. Sci. 62(2): 177-181.

Albregts, E. E. and C. K. Chandler. 1994. Effect of transplant chilling and planting date on fruiting response of 4 strawberry clones. Proc. Florida State Hort. Soc. 107: 323-324.

Albregts, E. E., G. J. Hochmuth, C. K. Chandler, J. Cornell, and J. Harrison. 1996. Potassium fertigation requirements of drip-irrigated strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(1): 164-168.

Amigo Martin, P. and J. Mingot Marcilla. 1996. Vacuum cooling of strawberries. (In Spanish with English summary). Alimentacion Equipos y Tecnologia 15(2): 71-76. c.a. Hort. Abstr. 67(10): 8368; 1997.

Anderson, W. 1969. The strawberry: a world bibliography 1920-1966. Scarecrow Pr., Metuchen, N. J. 731p.

Anderson, J. A. and J. Whitworth. 1993. Supercooling strawberry plants inoculated with ice-nucleation-active bacteria and treated with frostgard. HortScience 28(8): 828-830.

Archbold, D. D., T. R. Hamilton-Kemp, B. E. Langlois, and M. M. Barth. 1997. Natural volatile compounds control *Botrytis* on strawberry fruit. Acta Horticulturae No. 439(II): 923-930.

Avigdori-Avidov, H. 1986. Strawberry, pp. 419-448. In: S. P. Monselise (ed.). CRC handbook of fruit set and development. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida.

Awang, Y. B. and J. G. Atherton. 1994. Salinity and shading effects on leaf water relations and ionic composition of strawberry plants grown on rockwool. J. Hort. Sci. 69(2): 377-383.

Awang, Y. B. and J. G. Atherton. 1995. Effect of plant size and salinity on the growth and fruiting of glasshouse strawberry. J. Hort. Sci. 70(2): 257-262.

Awang, Y. B., J. G. Atherton, and A. J. Taylor. 1993. Salinity effects on strawberry plants grown in rockwool. II. Fruit quality. J. Hort. Sci. 68(5): 791-795.

Ayranci, E. and S. Tunc. 1997. Cellulose-based edible films and their effects on fresh beans and strawberries. Zeitschrift fur Lebensmittel-Untersuchung und-Forschung 205(6): 470-473. c.a. Hort. Abstr. 68(8): 6720; 1998.

Baka, M., J. Mercier, R. Corcuff, F. Castaigne, and J. Arul. 1999. Photochemical treatment to improve storability of fresh strawberries. J. Food Sci. 64(6): 1068-1072.

Bringhurst, R. S., V. Voth, and D. Shaw. 1990. University of California strawberry breeding. HortScience 25(8): Inside front and back covers.

Brooks, R. M. and H. P. Olmo. 1972(2nd ed.). Register of new fruit and nut varieties. Univ. of Calif. Pr., Berkely. 708 p.

Carisse, O., G. Bourgeois, and J. A. Duthie. 2000. Influence of temperature and leaf wetness duration on infection of strawberry leaves by *Mycospharella fragariae*. Phytopathology 90: 1120-1125.

Chandler, C. K., E. E. Albregts, C. M. Howard, and J. K. Brecht. 1997a. 'Sweet Charlie' strawberry. HortScience 32(6): 1132-1133.

Chandler, C. K., D. E. Legard, and C. A. Sims. 1997b. 'Rosa Linda' strawberry. HortScience 32(6): 1134-1135.

Chndler, C. K., D. E. Legard, D. D. Dunigan, T. E. Crocker, and C. A. Sims. 2000a. 'Earlbrite' strawberry. HortScience 35(7): 1363-1365.

Chandler, C. K., D. E. Legard, D. D. Dunigan, T. E. Crocker, and C. A. Sims. 2000b 'Strawberry Festival' strawberry. HortScience 35(7): 1366-1367.

Chandler, C. K., D. E. Legard, and J. W. Noling. 2001. Performance of strawberry cultivars on fumigated and nonfumigated soil in Florida. HortTechnology 11(1): 69-71.

Chávez, MC. G. and R. Ferrera-Cerrato. 1990. Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae on tissue culture-derived plantlets of strawberry. HortScience 25(8): 903-905.

Chen, K., G. Q. Hu, N. Keutgen, and F. Lenz. 1997a. Effects of CO_2 concentration on strawberry. I. Plant growth analysis. Angewandte Botanik 71(5/6): 168-172. c.a. Hort Abstr. 68(8): 6525; 1998.

Chen, K., G. Q. Hu, N. Keutgen, M. Blanke, and F. Lenz. 1997b. Effects of CO_2 concentration on strawberry. II. Leaf photosynthetic function. Angewandte Botanik 71(5/6): 173-178. c.a. Hort. Abstr. 68(8): 6526; 1998.

Chen, K., G. Q. Hu, N. Keutgen, and F. Lenz. 1997c. Effects of CO_2 concentration on strawberry. III. Dry matter production and water consumption. Angewandte Botanik 71(5/6): 179-182. c.a. Hort. Abstr. 68(8): 6527; 1998.

Chen, K., G. Q. Hu, and F. Lenz. 1997d. Effect of CO_2 concentration on strawberry. IV. Carbohydrate production and accumulation. Angewandte Botanik 71(5/6): 183-188. c.a. Hort. Abstr. 68(8): 6528; 1998.

Chen, K., G. Q. Hu, and F. Lenz, 1997e. Effect of CO_2 concentration on strtawberry. V. Macronutrient uptake and utilization. Angewandte Botanik 71(5/6): 189-194. c.a. Hort Abstr. 68(8): 6529; 1998.

Chen, K., G. Q. Hu, and F. Lenz. 1997f. Effects of CO_2 concentration on strawberry. VI. Fruit yield and quality. Angewandte Botanik 71(5/6): 195-200. c.a. Hort. Abstr. 68(8): 6530; 1998.

Cheng, G. W. and P. J. Breen. 1992. Cell count and size in relation to fruit size among strawberry cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117(6): 946-950.

Chéour, F., C. Willemot, J. Arul, Y. Desjardins, J. Makhlouf, P. M. Charest, and A. Gosselin. 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(5): 789-792.

Chiasson, H., C. Vincent, and D. de Oliveira. 1997. Effect of an insect

vacuum device on strawberry pollinators. Acta Horticulturae No. 437: 373-377.

Childers, N. F. (ed.). 1980. The strawberry cultivars to marketing. Horticultural Pub., Gainesville, Florida. 514 p.

Childers, N. F. (ed.). 1981. The strawberry: varieties, culture, pests and control, storage, marketing. Horticultural Publications, Gainesville, Florida.

Civello, P. M., G. A. Martinez, A. R. Chaves, and M. C. Anon. 1997. Heat treatments delay ripening and postharvest decay of strawberry fruit. J. Agric. Food Cehm. 45(12): 4589-4594.

Cooley, D. R., W. F. Wilcox, J. Kovach, and S. G. Schloemann. 1996. Integrated pest management programs for strawberries in the Northeastern United States. Plant Disease 80(3): 228-237.

Croft, B. A. and L. B. Coop. 1998. Heat units, release rate, prey density, and plant age effects on dispersal by *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae) after inoculation into strawberry. Journal of Economic Entomology 91(1): 94-100.

Dale, A., D. C. Elfving, and C. K. Chandler. 1996. Benzyladenine and gibberellic acid increase runner production in dayneutral strawberries. HortScience 31(7): 1190-1194.

Darnell, R. L. and J. F. Hancock. 1995. Balancing vegetative and reproductive growth in strawberry, pp. 144-150. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American Strawberry Conference. University of Florida, Gainesville.

Darrow, G. M. 1937. Strawberry improvement. In: U. S. Dept. Agr. “Yearbook of Agriculture: Better Plants and Animals II”; pp. 445-495. Wash., D. C.

Darrow, G. M. 1966. The strawberry: history, breeding and physiology. Holt, Rinehart and Winston. N. Y. 447 p.

Daugaard, H. 1998. Cultural methods for controlling *Botrytis cinerea* Pers. in strawberry. Biological Agriculture & Horticulture 16(4): 351-361.

Davidson, R. H. and W. F. Lyon. 1979. Insect pests of farm, garden and orchard. John. Wiley & Sons, N. Y. 596 p.

Deng, X. and F. I. Woodward. 1998. The growth and yield responses of *Fragaria ananassa* to elevated CO_2 and N supply. Annals of Botany 81(1): 67-71.

Dennis, F. G., Jr., J. Lipecki and C. L. Kiang. 1970. Effects of photoperiod and other factors upon flowering and runner development of three strawberry cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 95: 750-754.

Denoyes-Rothan, B., M. Lafargue, G. Guerin, and M. Clerjeau. 1999. Fruit resistance to *Colletotrichum acutatum* in strawberries. Plant Disease 83(6): 549-553.

Dona, M. N. 1980. The strawberry plant and its environment. In: N. F. Childers (ed.). "The Strawberry: Cultivars to Marketing"; pp. 33-44. Hort. Pub., Gainesville, Florida.

Duarte, O. and R. Hermosa. 1997. Effect of gibberellic acid and bud removal on runner production of strawberry (*Fragaria* x *ananassa*) cv. Chandler. (In Spanish with English summary). Proc. Interamerican Soc. Trop. Hort. 41: 110-112. c.a. Hort. Abstr. 69(6): 4816; 1999.

Durner, E. F. 1999. Winter greenhouse strawberry production using conditioned plug plants. HortTechnology 34(4): 615-616.

Easterbrook, M. A., A. M. E. Crook, J. V. Cross, and D. W. Simpson. 1997. Progress towards integrated pest management on strawberry in the United Kingdom. Acta Horticulturae No. 439: 899-904.

El-Farhan, A. H. and M. P. Pritts. 1997. Water requirements and water stress in strawberry. Advances in Strawberry Research 16: 5-12.

Ellis, M. A. 1996. New directions in research on fruit fungal pathogens, pp. 42-47. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American strawberry conference. University of Florida, Gainesville.

Ellis, M. A., W. F. Wilcox, and L. V. Madden. 1998. Efficacy of metalaxyl, fosetyl-aluminum, and straw mulch for control of strawberry leather rot caused by *Phytophthora cactorum*. Plant Dis. 82: 329-332.

Elmer, W. H. and J. A. LaMondia. 1995. The influence of mineral nutrition on strawberry black root rot. Adv. Strawberry Res. 14: 42.

Elmer, W. H. and J. A. LaMondia. 1999. Influence of ammonium sulfate and rotation crops on strawberry black root rot. Plant Dis. 83: 119-123.

Fahim, M. M., M. F. Attia, A. K. Okasha, and K. A. Abada. 1994. Control of strawberry root rot disease by fumigation. Egypt. J. Phytopath. 22(1): 1-15.

Fallik, E., D. D. Archbold, T. R. Hamilton-Kemp, A. M. Clements, R. W. Collins, and M. M. Barth. 1998. (E)-2-hexenal can stimulate *Botrytis cinerea* growth in vitro and on strawberries in vivo during storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(5): 875-881.

Fear, C. D. and G. R. Nonnecke. 1989. Soil mulches influence reproductive and vegetative growth of 'Fern' and 'Tristar' day-neutral strawberries. HortScience 24(6): 912-913.

Fernández-Trujillo, J. P., J. F. Nock, and C. B. Watkins. 1999. Fermentative metabolism and organic acid concentrations in fruit of selected strawberry cultivars with different tolerances to carbon dioxide. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124(6): 696-701.

Ferreira, M. D., J. K. Brecht, S. A. Sargent, and J. J. Aracena. 1994. Physiological responses of strawberry to film wrapping and precooling methods. Proceedings of the Florida state Horticultural Society 107: 265-269.

Fiola, J. A. 1996. Advances in strawberry plant propagation, pp. 180-185. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American Strawberry Conference. University of Florida, Gainesville.

Forney, C. F., W. Kalt, and M. A. Jordan. 2000. The composition of strawberry aroma is influenced by cultivar, maturity, and storage. HortScience 35(6): 1022-1026.

Fort, S. B. and D. V. Shaw. 1998. Phenotypic correlations between root and shoot traits of strawberry in fumigated and nonfumigated soils. HortScience 33(2): 222-224.

Fort. S. B. and D. V. Shaw. 2000. Genetic analysis of strawberry root system traits in fumigated and nonfumigatd soils. I. Inheritance patterns of strawberry root system characteristics. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(3): 318-323.

Fort. S. B., D. V. Shaw, and K. D. Larson. 1996. Performance responses of strawberry seedlings to the sublethal effects of nonfumigated soils. J. Ameer. Soc. Hort. Sci. 121(3): 367-370.

Freeman, S., Y. Nizani, S. Dotan, S. Even, and T. Sando. 1997. Control of *Colletotrichum acutatum* in strawberry under laboratory, greenhouse, and field conditions. Plant Dis. 81: 749-752.

Garcia, J. M. and M. Olias. 1998. Strawberry packing for the fresh market. (In Spanish). Horticultura International 6(20): 33-36, 38. c.a. Hort. Abstr. 69(4): 2948; 1999.

Garcia, J. M., C. Aguilera, and A. M. Jiménez. 1996. Gray mold in and quality of strawberry fruit following postharvest heat treatment. HortScience 31(2): 255-257.

Garcia, M. A., M. N. Martino, and N. E. Zaritzky. 1998. Plasticized starch-based coatings to improve strawberry (*Fragaria* x *ananassa*) quality and stability. Journal of Agricultural and Food Chemistry 46(9): 3758-3767.

Garcia, J. M., R. J. Medina, and J. M. Olias. 1998. Quality of strawberries automatically packed in different plastic films. Journal of Food Science 63(6): 1037-1041.

Garcia-Mari. F. and J. E. Gonzalez-Zamora. 1999. Biological control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) with naturally occurring predators in strawberry plantings in Valencia, Spain. Experimental & Applied Acarology 23(6): 487-495.

Garren, R. 1981. Causes of misshapen strawberries, pp. 326-328. In: N. F. Childers (ed.). The strawberry: varieties, culture, pests and control, storage, marketing. Horticultural Publications, Gainesville, Florida.

Geater, C. A., G. R. Nonnecke, W. R. Graves, A. S. Aiello, and C. A. Dilley. 1997. High root-zone temperatures inhibit growth and development of *Fragaria* species. Fruit Varieties Journal 51(2): 94-101.

Gent, M. P. N. 1990. Ripening and fruit weight of eight strawberry cultivars respond to row cover removal date. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(2): 202-207.

Gilbert, C. and P. J. Breen. 1986. Low pollen production as a cause of fruit malformation in strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(6): 56-60.

Gladon, R. J., C. A. Reitmeier, M. L. Gleason, G. R. Nonnecke, N. H. Agnew, and D. G. Olson. 1997. Irradiation of horticultural crops at Iowa State University. HortScience 32(4): 582-585.

Gliessman, S. R., M. R. Werner, J. Allison, and J. Cochran. 1996. A comparison of strawberry plant development and yield under organic and conventional management on the central California coast. Biological Agriculture & Horticulture 12(4): 327-338.

Greathead, A. S., N. Welch, W. S. Seyman, N. F. McCalley, V. Voth, and R. Bringhurst. 1997. Strawberry production in California. University of California, Division of Agricultural Sciences, Leaflet 2954. 14 p.

Hancock, J. F., A. Lavin, and J. B. Retamales. 1999. Our southern strawberry heritage: *Fragaria chiloensis* of Chile. HortScience 34(5): 814-816.

Hancock, J. F., P. W. Callow, S. Serce, and A. C. Schilder. 2001. Relative performance of strawberry cultivars and native hybrids on fumigated and nonfumigated soil in Michigan. HortScience 36(1): 136-138.

Harker, F. R., J. J. Elgar, C. B. Watkins, P. J. Jackson, and I. C. Hallett. 2000. Physical and mechanical changes in strawberry fruit after high carbon dioxide treatments. Postharvest Biol. Tech. 19: 139-146.

Harris, D. C., D. W. Simpson, and J. A. Bell. 1997. Studies on the possible role of micropropagation in the dissemination of the strawberry crown rot pathogen *Phytophthora cactorum*. J. Hort. Sci. 72(1): 125-133.

Hartz, T. K., J. E. DeVay, and C. L. Elmore. 1993. Solarization is an effective soil disinfestation technique for strawberry production. HortScience 28(2): 104-106.

Hedrick, U. P. (ed.). 1919. Sturtevants notes on edible plants. J. B. Lyon Co., Albany, N. Y. 686 p.

Hemphill, D. D. 1981. Weed control in strawberries, pp. 309-317. In: N. F. Childers. (ed.). The strawberry: varieties, culture, pests and control, storage, marketing. Horticultural Publications, Gainesville, Florida.

Hepworth, G. and J. R. MacFarlane. 1992. Systematic presence-absence sampling method applied to twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on strawberries in Victoria, Australia. J. Econ. Entomol. 85(6): 2234-2239.

Hetzroni, A., J. E. Simon, M. Benady, and B. Bordelon. 1994. Electronic sensing of aromatic volatiles for quality sorting in strawberries. Paper-American Society of Agricultural Engineers No. 946029. 7 p.

Hietaranta, T. and M. M. Linna. 1999. Penetrometric measurement of strawberry fruit firmness: device testing. HortTechnology 9(1): 103-105.

Hochmuth, G. J (ed.). 1988. Strawberry production guide for Florida. Florida Cooper. Ext. Serv., Univ. Florida. Circular 142C. 18 p.

Hochmuth, G. 1996. Physiological limitations in *Fragaria* - reducing nutrient stress in strawberry with improved N management, pp. 137-143. In: M. P. Pritss, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American Strawberry Conference. University of Florida, Gainesville.

Hochmuth, G. and E. Albregts. 1995. Strawberries.: fertilization of strawberries in Florida. Cooperative Extension Service, University of Florida. Circular 1141.

Hochmouth, G. J., S. J. Locasico, S. R. Kostewicz, and F. G. Martin. 1993. Irrigation method and rowcover use for strawberry freeze protection. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 118(5): 575-579.

Hochmuth, G. J., E. E. Albregts, C. C. Chandler, J. Cornell, and J. Harrison. 1996. Nitrogen fertigation requirements of drip-irrigated strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(4): 660-665.

Holcroft, D. M. and A. A. Kader. 1999a. Carbon dioxide-induced changes in color and anthocyanin synthesis of stored strawberry fruit. HortScience 34(7): 1244-1248.

Holcroft, D. M. and A. A. Kader. 1999b. Controlled atmosphere induced changes in pH and organic acid metabolism may affect color of stored strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology 17(1): 19-32.

Howard, C. M., A. J. Overman, J. F. Price, and E. E. Albregts. 1985. Diseases, nematodes, mites, and insects affectig strawberries in Florida. University of Florida, Agricultural Experiment Stations. Bull. 857. 52 p.

Human, J. P. 1999. Effect of number of plants per plant hole and of runner plant crown diameter on strawberry yield and fruit mass. South African Journal of Plant and Soil 16(4): 189-191.

Hummel, R. L. and P. P. Moore. 1997. Freeze resistance of Pacific Northwest strawberry flowers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122(2): 179-182.

Hwang, Y. S., Y. A. Kim, and W. S. Lee. 1999. Effect of postharvest CO_2 application time on the flesh firmness and quality in 'Nyoho' strawberries (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 40(2): 179-182. c.a. Hort. Abstr. 69(10): 8524; 1999.

Hyams, E. 1962. Strawberry growing complete. Faber & Faber Limited, London. 159 p.

Itani, Y., Y. Yoshida, and Y. Fujime. 1998a. effects of CO_2 enrichment on growth, yield and fruit quality of strawberry grown with rockwool (In Japanese with English summary). Environment Control in Biology 36(3): 125-129. c.a. Hort. Abstr. 69(2): 1170; 1999.

Itani, Y., Y. Yoshida, and Y. Fujime. 1998b. Effects of CO_2 enrichment on absorption of water and mineral nutrients in strawberry grown in NFT. (In Japanese with English summary). Environment Control in Biology 36(3): 145-150. c.a. Hort. Abstr. 1171; 1998.

Itani, Y., T. Hara, W. N. Phun, Y. Fujime, and Y. Yoshida. 1999. Effects of CO_2 enrichment and planting density on the yield, fruit quality and absorption of water and mineral nutrients in strawberry grown in peat bag culture. (In Japanese with English summary). Environment Control in Biology 37(3): 171-177. c.a. Hort. Abstr. 70(2): 1047; 2000.

Izhar, S. 1997. Infra short-day strawberry types. Acta Horticulturae No. 439: 155-160.

Janic, J. and D. A. Eggert. 1968. Factors affecting fruit size in the strawberry. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 311-316.

Jemmali, A., P. Boxus, C. Kevers, and T. Gaspar. 1995. Effect of the number of subcultures on anatomical and biochemical characteristics of micropropagated strawberry shoots, in relation to their abnormal flowering. Mededelingen-Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen, Universiteit Gent 60(3b): 1113-1119. c.a. Hort. Abstr. 67(10): 8352; 1997.

Johanson, F. D. 1981. Nutrient deficiencies in strawberries, pp. 123-134. In: N. F. Childers (ed.). The strawberry: varieties, culture, pests and control, storage, marketing. Horticultural Publications, Gainesville, Florida.

Johnson, F. 1997. Insect management of strawberries. Document ENY-442, Coop. Ext. Serv., Univ. Florida, Gainesville.

Jones, J. K. 1976. Straberry. In: N. W. Simmonds (ed.) "Evolution of Crop Plants", pp. 237-242. Longman, London.

Kahangi, E. M., Y. Fujime, and E. Nakamura. 1992. Effect of chilling and growth regulators on runner production of three strawberry cultivars under tropical condition. J. Hort. Sci. 67(3): 381-384.

Kanahama, K. 1994. Studies on fruit vegetables in Japan. Hort. Abstr. 64(1): 1-15.

Kasperbauer, M. J. 2000. Strawberry yield over red versus black plastic mulch. Crop Science 40(1): 171-174.

Ki, W. K. and M. R. Warmund. 1992. Low-temperature injury to strawberry floral organs at several stages of development. HortScience 27(12): 1302-1304.

Kim, G. H. and R. B. H. Wills. 1998. Interaction of enhanced carbon dioxide and reduced ethylene on the storage life of strawberries. J. Hort. Sci. Biotech. 73(2): 181-184.

King, W. T., L. V. Madden, M. A. Ellis, and L. L. Wilson. 1997. Effects of temperature on sporulation and latent period of *Colletotrichum* spp. infecting strawberry fruit. Plant Dis. 81: 77-84.

Ku, V. V. V., R. B. H. Wills, and S. Ben-Yehoshua. 1999. 1-Methylcyclopropene can differentially affect the postharvest life of strawberries exposed to ethylene. HortScience 34(1): 119-120.

Kuramochi, K., A. Haraguchi, O. Nagata, and R. Hatano. 1999. Effects of microtopography on fruit production of strawberry, *Fragaria chilonensis* Duch. var. *ananassa* Bailey. J. Fac. Agric., Hokkaido Univ. 69(1): 17-25. c.a. Hort Abstr. 69(8): 6633; 1999.

Larson, K. D. and D. V. Shaw. 1995. Relative performance of strawberry genotypes on fumigated and nonfumigated soils. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(2): 274-277.

Larson, K. D. and D. V. Shaw. 1996. Soil fumigation, fruit production, and dry matter partioning of field-grown strawberry plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(6): 1137-1140.

Legard, D. E., C. K. Chandler, and J. A. Bartz. 1997. The control of strawberry diseases by sanitation. Acta Horticulturae No. 439, II, 917-922.

Legard, D. E., C. L. Xiao, J. C. Mertely, and C. K. Chandler. 2000. Effects of plant spacing and cultivar on incidence of Botrytis fruit rot in annual strawberry. Plant Dis. 84(5): 531-538.

Lembright, H. W. 1981. Soil fumigation for strawberries, pp. 229-236. In: N. F. Childers (ed.). The strawberry: varieties, culture, pests and control, storage, marketing. Horticultural Publications, Gainesville, Florida.

Lieten, F. 1995. Boron nutrition of strawberries grown on peat bags. Adv. Strawberry Res. 14: 36.

Lieten, F. 1997a. The effect of substrate temperature on strawberry performance on peat bags. Acta Horticulturae No. 450: 501-504.

Lieten, F. 1997b. Effect of copper concentration in the nutrient solution on the growth of strawberries in peat and perlite. Acta Horticulturae No. 450: 495-500.

López Núnez, R., I. Garcia, F. Cabrera, J. M. Murillo, M. Roca, and F. Martin. 1999. Nitrate in strawberry petiole (In Spanish). Horticultura,

Revista de Frutas, Hortalizas, Flores, Plantas Ornamentales y Plantas de Vivero No. 136: 17-22. c.a. Hort. Abstr. 69(11): 9330; 1999.

Lutz, J. M. and R. E. Hardenburg. 1968. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook No. 66. 94 p.

Mass, J. L. 1981. Postharvest diseases of strawberry, pp. 329-353. In: N. F. Childers (ed.). The strawberry: varieties, culture, pests and control, storage, marketing. Horticultural Publications, Gainesville, Florida.

Mass, J. L. (ed.). 1998. Compendium of strawberry diseases (2nd ed.). The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota. 98 p.

Mass, J. L., G. J. Galletta, and G. D. Stoner. 1991. Ellagic acid, an anticarcinogen in fruits, especially in strawberries: a review. HortScience 26(1): 10-14.

Mass, J. L., M. R. Pooler, and G. J. Galletta. 1995. Bacterial angular leafspot disease of strawberry: present status and prospects for control. Adv. Strawberry Res. 14: 18.

Mass, J. L., S. W. Wang, and G. L. Galletta. 1996. Health enhancing properties of strawberry fruit, pp. 11-18. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American Strawberry Conference. University of Florida, Gainesville.

Makus, D. J. and J. R. Morris. 1998. Preharvest calcium applications have little effect on mineral distribution in ripe strawberry fruit. HortScience 33(1): 64-66.

McGregor, S. E. 1976. Insect pollination of cultivated crop plants. U. S. Dept. Agric., Agric. Handbook No. 496. 411 p.

McGrew, J. R. 1959. Strawberry diseases. U. S. Dept. Agr. Farmer's Bul. No. 2140. 24 p.

Mertely, J. C., C. K. Chandler, C. L. Xiao, and D. E. Legard. 2000. Comparison of sanitation for management of Botrytis fruit rot of strawberry. Plant Dis. 84(11): 1197-1202.

Mière, P. le, P. Hadley, J. Darby, and N. H. Battey. 1996. The effect of

temperature and photoperiod on the rate of flower initiation and the onset of dormancy in the strawberry (*Fragaria* x *ananassa* Duch.). J. Hort. Sci. 71(3): 361-371.

Mière, P. le, P. Hadley, J. Darby, and N. H. Battey. 1998. The effect of thermal environment, planting date and crown size on growth, development and yield of *Fragaria* x *ananassa* Duch. cv. Elsanta. J. Hort. Sci. Biotech. 73(6): 786-795.

Miner, G. S., E. B. Poling, D. E. Carroll, L. A. Nelson, and C. R. Campbell. 1997. Influence of fall nitrogen and spring nitrogen-potassium applications on yield and fruit quality of 'Chandler' strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 122(2): 290-295.

Miszczak, A., C. F. Forney, and R. K. Prange. 1995. Development of aroma volatiles and color during postharvest ripening of 'Kent' strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(4): 650-655.

Mitchell, F. G., E. Mitcham, J. F. Thompson, and N. Welch. 1996. Handling strawberries for fresh market. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Pub. 2442. 14 p.

Morris, J. R. 1999. Developing mechanized system for producing, harvesting, and handling brambles, strawberries, and grapes. HortTechnology 9(1): 22-31.

Morse, R. A. 1996. The importance of bee pollination in strawberry production, pp. 176-179. In: M. P. pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American Strawberry Conference. University of Florida, Gainesville.

Moyls, A. L., P. L. Sholberg, and A. P. Gaunce. 1996. Modified-atmosphere packaging of grapes and strawberries fumigated with acetic acid. HortScience 31(3): 414-416.

Nelson, M. D. and W. D. Gubler. 1996. Effect of powdery mildew on strawberry fruit yield components and transplant yield and quality, pp. 270-275. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American Strawberry Conference. University of Florida, Gainesville.

Nestby, R. 1998. Effect of N-fertigation on fruit yield, leaf N and sugar content in fruits of two strawberry cultivars. J. Hort. Sci. Biotech. 73(4): 563-568.

Nestby, R. and R. Bjorgum. 1999. Freeze injury to strawberry plants as evaluated by crown tissue browning, regrowth and yield parameters. Scientia Horticulture 81(3): 321-329.

Nestby, R., R. Bjorgum, A. Nes, T. Wikdahl, and B. Hageberg. 2000. Winter cover affecting freezing injury in strawberries in a coastal and continental climate. J. Hort. Sci. Biotech. 75(1): 119-125.

Nigro, F., A. Ippolito, V. Lattanzio, D. D. Venere, and M. Salerno. 2000. Effect of ultraviolet-C light on postharvest decay of strawberry. J. Plant Path. 82(1): 29-37.

Nishiyama, M., W. Ohkawa, and K. Kanahama, 1998. Induction of reproductive growth of everbearing strawberry plant in dormant condition by controlled temperature and photoperiod. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 67(2): 228-235. c.a. Hort. Abstr. 68(7): 5750; 1998.

Nishiyama, M., W. Ohkawa, and K. Kanahama. 1999. Interaction between temperature and photoperiod on inflorescence development on everbearing strawberry 'Summerberry' plant. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 69(1): 192-194. c.a. Hort Abstr. 69(6): 4825; 1999.

Nishizawa, T. and Y. Shishido. 1998. Changes in sugar and starch concentrations of forced June-bearing strawberry plants as influenced by fruiting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(1): 52-55.

Nishizawa, T., Y. Shishido, and H. Kumakura. 1998. Mobilization of ^{14}C-carbohydrate reserves in relation to vegetative growth and inflorescence development in June bearing strawberry plants. J. Hort. Sci. Biotech. 73(4): 499-505.

Nitsch. J. P. 1962. Basic physiological processes affecting fruit

development. In: Campbell Soup Company "Proceedings of Plant Science Symposium"; pp. 5-21. Camden, N. J.

Ntahimpera, N., L. L. Wilson, M. A. Ellis, and L. V. Madden. 1999. Comparison of rain effects on splash dispersal of three *Colletotrichum* species infecting strawberry. Phytopthology 89: 555-563.

Ntirampemba , G., B. E. Langlois, D. D. Archbold, T. R. Hamilton-Kemp, and M. M. Barth. 1998. Microbial populations of *Botrytis cinerea*-inoculated strawberry fruit exposed to four volatile compounds. Journal of Food Protection 61(10): 1352-1357.

Nunes, M. C. N., J. K. Brecht, A. M. M. B. Morais, and S. A. Sargent. 1996. Controlling temperature and water loss to maintain vitamin C levels in strawberry during postharvest handling, pp. 322-326. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American strawberry conference. University of Florida, Gainesville.

Nunes, M. C. N., J. K. Brecht, A. M. M. B. Moralis, and S. A. Sargent 1998. Controlling temperature and water loss to maintain ascorbic acid levels in strawberries during postharvest handling. Journal of Food Science 63(6): 1033-1036.

Ogiwara, I., S. Habutsn, N. Hakoda, and I. Shimnra. 1998. Soluble sugar content in fruit of nine wild and forty-one cultivated strawberries. (In Japanese with English summary). J. Jap. Soc. Hort. Sci. 67(3): 406-412.

Osman, A. B. and P. B. Dodd. 1992. Changes in some physical and chemical characteristics of strawberry (*Fragaria* x *ananassa* Duchesne) cv. Ostara grown under different shading levels. Acta Horticulturae No. 292: 195-207.

Otterbacher, A. G. and R. M. Skirvin. 1978. Derivation of the binomial *Fragaria* x *ananassa* for the cultivated strawberry. Hortscience 13: 637-639.

Paulus, A. D. 1990. Fungal diseases of strawberry. HortScience 25(8): 885-888.

Pérez, A. G., C. Sanz, J. J. Rios, and J. M. Olias. 1993. Comparison of main aroma constituents of apple, banana and strawberry. (In Spanish with English summary). Revista Espanola de Cienica y Technologia de Alimentos 33(6): 665-677. c.a. Hort. Abstr. 65(9): 7647; 1995.

Pérez, A. G., C. Sanz, R. Olias, and J. M. Olias 1997. Effect of methyl jasmonate on *in vitro* strawberry ripening. Journal of Agricultural and Food Chemistry 45(10): 3733-3737.

Pérez, A. G., C. Sanz, R. Olias, J. J. Rios, and J. M. Olias. 1997. Effect of modified atmosphere packaging on strawberry quality during shelf-life. Postharvest Horticulture Series - Department of Pomology, University of California, Davis No. 17: 153-159.

Perkins-Veazie, P. 1995. Growth and ripening of strawberry fruit. Hort. Rev. 17: 267-297.

Perkins-Veazie, P. 1996. Strawberry physiology and maintenance of quality, pp. 19-26. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American strawberry conference. University of Florida, Gainesville.

Perkins-Veazie, P. and J. K. Collins. 1995. Strawberry fruit quality and its maintenance in postharvest environments. Adv. Strawberry Res. 14: 1-8.

Perkins-Veazie, P. and J. K. Collins. 1997. Identification of strawberry gernplasm with high sucrose fruit. Adv. Strawberry Res. 16: 19.

Picha, D. 1997. Strategic options for the development of the Egyptian strawberry export industry. Agricultural Technology Utilization and Transfer Project, Ministry of Agriculture and Land Reclamation, Egypt.

Picha, D. 1999. Predator mite control of two-spotted spider mites. Agricultural Technology Utilization & Transfer Project Pub. No. 105, Ministry of Agriculture and Land Reclamation, Egypt.

Picha, D. 1999. Strawberry diseases and their control. Agricultural Technology Ulilizan & Transfer Project, Ministry of Agriculture and Land Reclamation, Egypt. Pub. No. 98. 42 p.

Picha, D. 1999a. Fresh strawberry transplant production. Agricultural Technology Utilization and Transfer Project, Ministry of Agriculture, Egypt. Pub. No. 107. 20 p.

Picha, D. 1999b. Soil preparation and strawberry transplantation. Agricultural Technology Utilization & Transfer Project, Ministry of Agriculture, Ministry of Agriculture and Land Reclamation, Egypt Publication No. 106. 21 p.

Plakidas, A. G. 1964. Strawberry diseases. Louisiana State Univ. Pr., Baton Rouge. 195 p.

Poling, E. B. and K. Parker. 1990. Plug productiou of strawberry transplants. Adv. Strawberry Prod. 9: 37-39.

Price, J. F. 1996. *Phytoseiulus persimilis* and other predators to control arthopod pests in strawberry, pp. 54-58. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American strawberry conference. University of Florida, Gainesville.

Price, J. F., C. K. Chandler, and D. E. Legard. 1998. Survival of *Phytoseiulus persimils* predators on cooled, shipped and stored strawberry transplants. Abstracts of the International Society for Horticultural Science Meeting, Brussels.

Pritts, M. P., K. A. Worden, and M. Eames-Sheavly. 1989. Rowcover material and time of application and removal affect ripening and yield of strawberries. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(4): 531-536.

Pritts, M. P., C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). 1996. Proceedings of the IV North American strawberry conference. University of Florida, Gainesville.

Qiu, J., B. B. Westerdahl, R. P. Buchner, and C. A. Anderson. 1994.

Refinement of hot water treatment for management of *Aphelenchoides fragariae* in strawberry. Journal of Nematology 25(4 supp): 795-799.

Radwan, A. A., M. A. Osman, A. A. Hassan and M. R. Omarah. 1980. Effect of digging dates and cold storage treatments of strawberry runners on the chemical composition of plant crowns. Egypt. J. Hort. 7: 109-125.

Radwan, A. A., M. El-Motaz Billah, A. A. Hassan and M. R. Omarah. 1980. Vegetative growth and yield of strawberry as affected by cold storage of runners and transplanting date. Egypt. J. Hort. 7: 93-107.

Ragab, M. I. 1996. Effect of GA_3 on number and some transplants characters of strawberry nurseries. Fourth Arabic Conference for Horticultural Crops, Minia University, Part 1: 91-99.

Rajashekar, C. B., H. Zhou, K. B. Marcum, and O. Prakash. 1999. Glycine betaine accumulation and induction of cold tolerance in strawberry (*Fragaria* x *ananassa* Duch.) plants. Plant Science (Limerick) 148(2): 175-183.

Reddy, M. V. B., K. Belkacemi, R. Corcuff, F. Castaigne, and J. Arul. 2000. Effect of pre-harvest chitosan sprays on post-harvest infection by *Botrytis cinerea* and quality of strawberry fruit. Postharvest Biology and Technology 20: 39-51.

Rice, R. P. and N. Duna. 1986. The effect of initial plant size on yield components of winter-planted strawberries in coastal Lebanon. J. Hort. Sci. 61: 201-203.

Rizzolo, A., F. Lovati, and A. Testoni. 1996. Strawberry aroma composition: influence of maturation stage. (In Italian with English summary). Atti dell'Instituto Sperimentale per la Valorizzazione Tecnologica dei Prodotti Agricoli, Milano 19: 25-29.

Roberts, P. D., R. D. Berger, J. B. Jones, C. K. Chandler, and R. E. Stall.

1997. Disease Progress, yield loss, and control of *Xanthomonas fragariae* on strawberry plants. Plant Dis. 81: 917-921.

Sacks, Y., A. Capel, and R. Barkai-Golan. 1996. Improvement of harvested strawberry quality by illumination: colour and *Botrytis* infection. Postha-rvest Biol. Tech. 8(1): 19-27.

Sargent, S. A., J. K. Brecht, M. D. Ferreira, and J. A. Bartz. 1996. New technologies for postharvest handling, pp. 27-28. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American strawberry conference. University of Florida, Gainesville.

Scalon, S. de P. Q. 1999. Effects of $CaCl_2$ application in strawberry. (In Portuguese with English summary). Revista Brasileira Fruitcultura 21(2): 156-159. c.a. Hort. Abstr. 70: 1937; 2000.

Scheerens, J. C. and J. F. Stetson. 1996. Why do strawberries taste and smell so good ?, pp. 6-10. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler, and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American strawberry conference. University of Florida, Gainesville.

Scott, D. H. and F. J. Lawrence. 1975. Strawberry. In: J. Janic and J. N. Moore (eds.) "Advances in Fruit Breeding"; pp. 71-97. Purdue Univ. Pr., West Lafayette, Indiana.

Scott, D. H. and C. Zanzi. 1981. Rapid propagation of strawberries from meristems, pp. 213-222. In: N. F. Childers (ed.). The strawberry: varieties, culture, pests and control, storage, marketing. Horticultural Publications, Gainesville, Florida.

Scott, D. H., G. M. Darrow and F. J. Lawrence. 1973. Strawberry varieties in the United States. U. S. Dept. Agr., Farmers' Bul 1043. 22 p.

Scott, D. H., F. J. Lawrence, and A. D. Draper. 1981. Strawberry variety suggestions, USA, pp. 173-192. In: N. F. Childers (ed.). The strawberry: varieties, culture, pests and control, storage, marketing. Horticultural Publications, Gainesville, Florida.

Shaw, D. V. and K. D. Larson. 1999. A meta-analysis of strawberry yield response to preplant soil fumigation with combinations of methyl bromide-chloropicrin and four alternative systems. HortScience 34(5): 839-845.

Shaw, D. V. and K. D. Larson. 2001. Relative performance of strawberry genotypes over four cycles of cultivation on fumigated and nonfumigated soils. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126(1): 78-82.

Sholberg, P., P. Haag, R. Hocking, and K. Bedford. 2000. The use of vingar vapor to reduce postharvest decay of harvested frnit. HortScinece 35(5): 898-903.

Silva, A. de, K. Patterson, and J. Mitchell. 1996. Endomycorrhizae and growth of 'Sweetheart' strawberry seedlings. HortScience 31(6): 951-954.

Siriphanich, J. 1998. High CO_2 atmosphere enhances fruit firmness during storage. J. Jap. Soc. Hort. Sci. 67(6): 1167-1170.

Skroch, W. and T. J. Monaco. 1981. Weeds in strawberries, pp. 318-321. In: N. F. Childers (ed.). The Strawberry: varieties culture, pests and control, storage, marketing. Horticultural Publications, Gainesville, Florida.

Smith, R. B. 1986. Bulkstorage of mechanically harvested strawberries for processing. HortScience 21: 478-480.

Smith, R. B. and E. J. Skog. 1992. Postharvest carbon dioxide treatment enhance firmness of several cultivars of strawberry. HortScience 27(5): 420-421.

Sonsteby, A. and A. Nes. 1998. Short days and temperatnre effects on growth and flowering in strawberry (*Fragaria* x *ananassa* Duch.). J. Hort. Sci. Biotech. 73(6): 730-736.

Southwick, S. M. and B. W. Poovaiah. 1987. Auxin movement in strawberry fruit corresponds to its growth-promoting activity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(1): 139-142.

Stapleton, S. C., C. K. Chandler, D. E. Legard, J. F. Price, and J. C. Sumler, Jr. 2001. Transplant source affects fruiting performance and pests of 'Sweet Charlie' strawberry in Florida. HortTechnology 11(1): 61-65.

Sterk, G. and P. Meesters. 1997. IPM on strawberries in glasshouses and plastic tunnels in Belgium, new possibilities. Acta Horticulturae No. 439: 905-911.

Strik, B. C. and J. T. A. Proctor. 1988. Relationship between achene number, achene density, and berry fresh weight in strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 113(4): 620-623.

Sutton, J. C., D. W. Li, G. Peng, H. Yu, P. Zhang, and R. M. Valdebenito-Sanhueza. 1997. A versatile adversary of *Botrytis cinerea* in crops. Plant Disease 81(4): 319-328.

Tamura, H., M. Takada, and Y. Yoshida. 1995. Pelargonidin 3-0-(6-0-malonyl-β-D-glucoside) in *Fragaria* x *ananassa* Duch. cv. Nyoho. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry 59(6): 1157-1158.

Tehranifar, A., P. le Miere, and N. H. Battey. 1998. The effects of lifting date, chilling duration and forcing temperature on vegetative growth and fruit production in the June bearing strawberry cultivar Elsanta. J. Hort. Sci. Biotech. 73(4): 453-460.

Turechek, W. W. and L. V. Madden. 1999. Spatial pattern analysis of strawberry leaf blight in perennial production systems. Phytopathology 89: 421-433.

Tzeng, D. D. S., H. C. Tzeng, R. S. Chen, A. H. Cheng, C. C. Tsai, C. W. Chen, T. C. Hwang, Y. Yeh, and J. E. DeVay. 1996. The use of MR formulation as a novel and environmentally safe photodynamic fungicide for the control of powdery mildews. Crop Prot. 15(4): 341-347.

Ulrich, A., M. A. E. Mostafa, and W. W. Allen. 1980. Strawberry

deficiency symptoms: a visual and plant analysis guide to fertilization. Div. Agric. Sci., Univ. Calif. Priced Pub. No. 4098. 58 p.

USA, Regents of the University of California. 1996a. Variety 'Capitola' syn CN93. Application no: 90/081. Plant Varieties Journal 9(4): 41.

USA, Regents of the University of California. 1996b. Variety 'Oso Grande' syn C43. Application no: 89/071. Plant Varieties Journal 9(4): 42.

USA, Regents of the University of California. 1996c. Variety 'Seascape' syn CN49. Application no: 90/082 Plant Varieties Journal 9(4): 42.

Van de Vrie, M. and J. F. Price. 1994. Manual for biological control of twospotted spider mites on strawberry in Florida. Dover Res. Rep. DOV-1994-1, Gulf Coast Res. & Edu. Center-Dover, Univ. Florida.

Walsh, D. B., F. G. Zalom, and D. V. Shaw. 1998. Interaction of the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) with yield of day-neutral strawberries in California. Journal of Economic Entomology 91(3): 678-685.

Wang, C. Y. 1997. Infection and control of grey mold disease in strawberry. (In Chinese). Plant Protection 23(3): 32-33. c.a. Hort. Abstr. 68(10): 8386; 1998.

Wang, S. Y. 1999. Methyl jasmonate reduces water stress in strawberry. J. Plant Growth Reg. 18(3): 127-134.

Wang, S. Y. and M. J. Camp. 2000. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. Scientia Horticulturae 85(3): 183-199.

Wang, S. Y. and G. J. Galletta. 1998. Foliar application of potassium silicate induces metabolic changes in strawberry plants. J. Plant Nutr. 21(1): 157-167.

Wang, S. Y. and D. D. S. Tzeng. 1998. Methionine-Riboflavin mixtures with surfactants and metal ions reduce powdery mildew infection in strawberry plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123(6): 987-991.

Wang, Z. W., X. Z. Li, Y. L. Liu, and J. J. Wang. 1995. Biological control of strawberry wilt with antagonistic microbes. (In Chinese). Chinese Journal of Biological Control 15(4): 187. c.a. Hort. Abstr. 70(6): 4620; 2000.

Warmurd, M. R. 1996. Mechanisms of low temperature injury, pp. 133-136. In: M. P. Pritts, C. K. Chandler and T. E. Crocker (eds.). Proceedings of the IV North American strawberry conference. University of Florida, Gainesville.

Wahington, W. S., S. Engleitner, G. Boontjes, and N. Shanmuganathan. 1999. Effect of fungicides, seaweed extracts, tea tree oil, and fungal agents on fruit rot and yield in strawberry. Aust. J. Exptl. Agric. 39(4): 487-494.

Wasna, N. P., K. Kawada, and T. Matsui. 1999. Preharvest foliar applied calcium and postharvest CO_2 increment improve storability of 'Nyoho' strawberries. (In Japaness with English summary). Journal of Society of High Technology in Agriculture 11(3): 165-172. c.a. Hort. Abstr. 70(2): 1054; 2000.

Watanabe, M. A., G. J. de Moraes, I. Gastaldo, Jr., and G. Nicolella. 1994. Biological control of two spotted spider mite with predatory phytoseiids (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) on cucumber and strawbery). (In Portuguese with English summary). Scientia Agricola 51(1): 75-81. c. a. Hort. Abstr. 66(7): 5902; 1996.

Watkins, C. B., J. E. Manzano-Mendez, J. F. Nock, J. Z. Zhang, and K. E. Maloney. 1999. Cultivar variation in response of strawberry fruit to high carbon dioxide treatments. Journal of the Science of Food and Agriculture 79(6): 886-890.

Watt, B. K. and A. L. Merrill. 1963. Composition of foods. US Department of Agriculture, Agricultural Handbook No. 8. 190 p.

Weaver, R. J. 1972. Plant growth substances in agriculture. S. Chard & Co. Ltd, New Delhi. 594 p.

Weaver, J. E. and W. E. Bruner. 1927. Root development of vegetable crops. McGraw-Hill Book Co., Inc., N. Y. 351 p.

Welch, N. C., R. Bringhurst, A. S. Greathead, V. Voth, W. S. Seyman, N. F. McCalley and H. W. Otto. 1982. Strawberry production in California. Univ. Calif., Div. Agr. Sci., Leaflet 2959. 14 p.

Wilhelm, S. and R. D. Nelson. 1981. Fungal diseases of the strawberry plant, pp. 245-292. In: N. F. Childers (ed.). The strawberry: varieties, culture, pests and control, storage, marketing. Horticultural Publications, Gainesville, Florida.

Wilhelm, S. and J. E. Sagen. 1974. A history of the strawberry. Univ. Calif., Div. Agr. Sci. 298 p.

Wills, R. B. H., V. V. V. Ku, and Y. Y. Leshem. 2000. Fumigation with nitric oxide to extend the postharvest life of strawberries. Postharvest Biology and Technology 18(1): 75-79.

Wing, K. B., M. P. Pritts, and W. F. Wilcox. 1995. Biotic, edaphic, and cultural factors associated with strawberry black root rot in New York. HortScience 30(1): 86-90.

Wright, C. R. and A. K. Sandrang. 1993. Density effects on vegetative and reproductive development in strawberry cv. Hapil. J. Hort. Sci. 68(2): 231-236.

Wright, C. J. and A. K. Sandrang. 1995. Efficiency of light utilization in the strawberry (*Fragaria* x *ananassa*) cv. Hapil. J. Hort. Sci. 70(5): 705-711.

Xiangming, X., D. C. Harris, and A. M. Berrie. 2000. Modeling infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* using field data. Phytopathology 90: 1367-1374.

Xiao, Y., J. C. Huang, and H. B. Li. 1998. Study on the effect of NAA and boron on the fruit growth and development of strawberry. (In Chinese). South Cbina Fruits 27(4): 35-36. c.a. Hort. Abstr. 69(4): 2946; 1999.

Yang, Y. J. and K. A. Lee. 1999. The changes of acetaldehyde, ethanol and firmness during CA storage of strawberries. (In Korean with English summary). J. Korean Soc. Hort. Sci. 40(3): 303-305.

Yoshida, T. and K. Tanimoto. 1999. Changes in pollen fertility of 'Nyoho' strawberry in relation to light intensity, temperature and leaf carbohydrate and mineral concentration. (In Japanese with English summary). Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University No. 88: 39-45. c.a. Hort. Abstr. 69(7): 5772; 1999.

Zabetakis, I. and J. W. Gramshaw. 1998. 1,2-Propanediol in strawberries and its role as a flavor precoursor. Food Chemistry 61(3): 351-354.

Zagory, D. 1998. A practical workshop for the optimization of Egyptian produce packaging. Agricultural Technology Utilization & Transfer Project. Ministry of Agriculture and Land Reclamation, Cairo. 32 p.

Zebrowska, J. 1997. Factors affecting pollen grain viability in the strawberry (*Fragaria* x *ananassa* Duch.). J. Hort. Sci. 72(2): 213-219.

Zhang, D. and P. C. Quantick. 1998. Antifungal effects of chitosan coating on fresh strawberries and raspberries during storage. J. Hort. Sci. Biotech. 73(6): 763-767.



شكل (٣-٢): صنف الفراولة «استروبرى فستفال "Strawberry Festival" (Chandler وآخرون ٢٠٠٠ب).



شكل (٥-١): بداية دورة الإكثار الدقيق للفراولة باختيار النباتات التى يراد إكثارها وزراعتها فى إصص، ومعاملتها حرارياً، ثم وضعها فى صوبة منيعة ضد الحشرات، وتوفير الظروف المناسبة لها لكى تنتج مدادات بوفرة.



شكل (٥-٢): مشتل فراولة بعد مرور حوالى أسبوعين من زراعة شتلات الأمهات.



شكل (٥-٣): مشتل فراولة لإنتاج شتلات طازجة قبل تقليع الشتلات بحوالى أسبوعين.



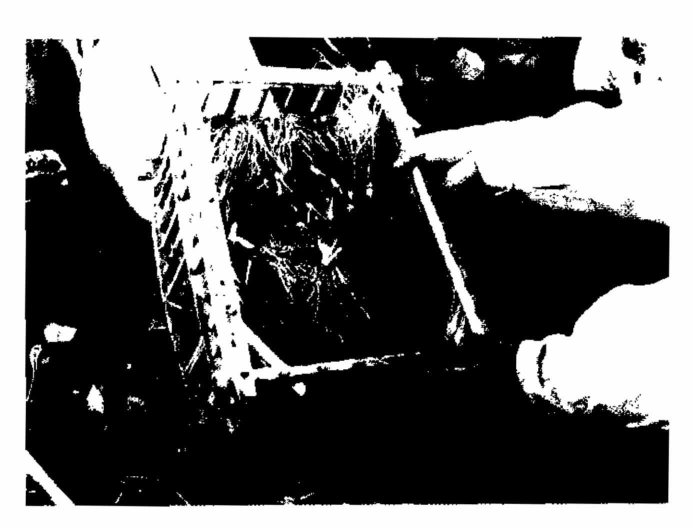
شكل (٥-٤): يكون ظهور النموات الطحلبية على سطح تربة المشاتل دليلاً على الإفراط فى الري.



شكل (٥-٥): اصفرار الأوراق وموت النباتات فى مشاتل الفراولة يكون دليلاً على إصابة الجذور بالأعفان، الأمر الذى غالبا ما يصاحب الإفراط فى الري.



شكل (٥-٦): شتلات فراولة طازجة بجذورها وأوراقها كاملة عقب تقليعها من المشتل مباشرة.



شكل (٥-٧): شتلات فراولة فريجو بعد تقليعها من المشتل مباشرة وإزالة جميع أوراقها، تمهيداً لتخزينها لمدة ٧-٨ شهور على حرارة -٢ إلى -١م.



شكل (٦-١): حقل فراولة فريجو بعد أسابيع قليلة من زراعته، ويلاحظ عليه أن الريشة اليسرى للخطوط - التي توجه إليها المدادات من الريشة اليمنى - لم تكتمل زراعتها بعد بنباتات المدادات.



شكل (٦-٢): حقل فراولة فرش زرعت فيه المصاطب المرتفعة بأربعة خطوط من النباتات.



شكل (٦-٣): إنتاج الفراولة الفرش داخل الصوبات البلاستيكية محليًا.



شكل (٦-٤): إنتاج الفراولة الفرش داخل وحدات متراصة من البيوت المحمية فى المغرب (عن Picha ١٩٩٧).



شكل (٧-١): حقل فراولة فريجو فى مرحلة الإزهار وبداية الإثمار، وتلاحظ فيه النباتات وقد غطت خطوط الزراعة، التى أزيلت منها الحشائش بصورة تامة.



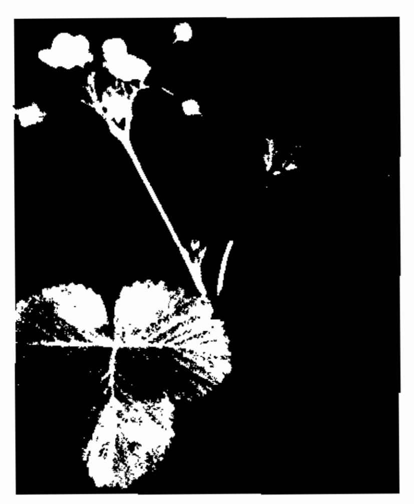
شكل (٧-٢): حقل فراولة فرش، تُرى فيه المصاطب المرتفعة، والغطاء البلاستيكى الشفاف للتربة، والأقواس السلكية للأنفاق، والغطاء البلاستيكى للأنفاق وقد أزيح جانبيًا لأجل تهويتها.



شكل (٧-٣): الأقواس السلكية لأنفاق الفراولة الفرش، وقد ثبتت فى التربة على مسافات متقاربة (حوالى ١-١.٥ م) من بعضها البعض.

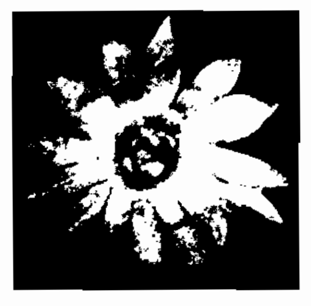


شكل (٧-٤): فتح الأنفاق البلاستيكية بصورة كاملة فى الجو الدافئ لأجل تهويتها.



شكل (٧-٥): أعراض نقص النيتروجين علـــى أوراق الفراولـــة

(Ulrich وآخـــرون ١٩٨٠).



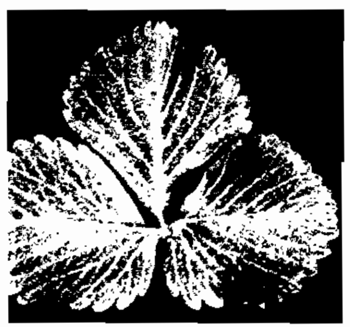
شكل (٧-٦): أعراض نقص النيتروجين

كما تظهر على كأس زهرة الفراولة.



شكل (٧-٨): أعراض نقص الفوسفور

على السطح السفلى لورقة الفراولة.



شكل (٧-٧): أعراض نقص الفوسفور

على السطح العلوى لورقة الفراولة.



شكل (٧-٩): أعراض نقص البوتاسيوم على ورقة الفراولة.



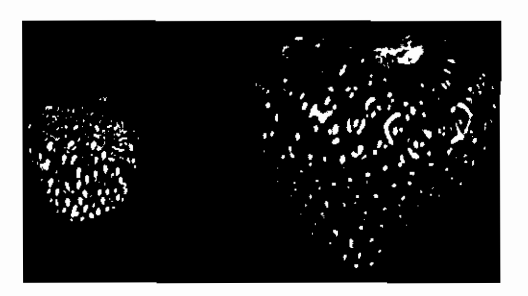
شكل (٧-١٠): أعراض نقص الكالسيوم على الأوراق الحديثة التكوين فى الفراولة.



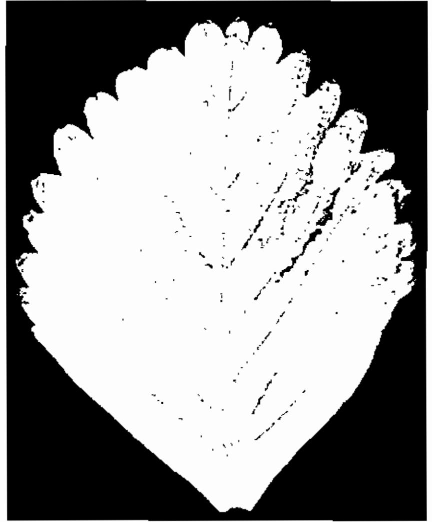
شكل (٧-١١): أعراض نقص الكالسيوم على الأوراق الصغيرة للفراولة.



شكل (٧-١٢): أعراض نقص الكالسيوم
على العرق الوسطى لورقة الفراولة.



شكل (٧-١٣): أعراض نقص الكالسيوم كما تظهر على الثمرة اليسرى فى الشكل.



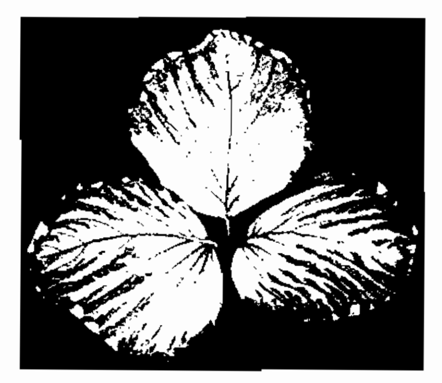
شكل (٧-١٤): أعراض متدرجة فى الشدة
لنقص المغنيسيوم على أوراق الفراولة.



شكل (٧-١٥): أعراض نقص الحديد على ورقة الفراولة.



شكل (٧-١٦): أعراض نقص الزنك على ورقة الفراولة.



شكل (٧-١٧): أعراض متقدمة لنقص المنجنيز على ورقة الفراولة.



شكل (٧-١٨): أعراض نقص النحاس
على ورقة الفراولة.



شكل (٧-١٩): أعراض نقص البورون على المجموع الجذرى للفراولة
كما تظهر بـالجذر الأيسـر بالشكل.



شكل (٧-٢٠): أعراض نقص البورون
على ورقة الفراولة.



شكل (٧-٢١): أعراض نقص البورون
على ثمرة الفراولة.



شكل (١٠-١): أعراض الإصابة بعفن الجذور الأسود.



شكل (١٠-٢): أعراض الإصابة بالعفن الرمادى.

المؤلف فى سطور



دكتور / أحمد عبدالمنعم حسن. أستاذ الخضر بكلية الزراعية - جامعة القاهرة. من مواليد محافظة البحيرة ١٩٤٢. حصل على البكالوريوس من جامعة الإسكندرية بتقدير ممتاز مع مرتبة الشرف الأولى عام ١٩٦٢. والماجستير من جامعة ولاية نورث كارولينا ١٩٦٦. والدكتوراه من جامعة كورنل بالولايات المتحدة ١٩٧٠. عمل بجامعات الإسكندرية. والقاهرة. وبغداد والإمارات العربية المتحدة. أشرف على عديد من طلبة الدراسات العليا فى جامعات القاهرة، وعين شمس. وبغداد. عضو عديد من اللجان والجمعيات العلمية المحلية والعالمية. له ٣٥ مؤلفا علميًا وأكثر من ٧٥ بحثًا علميًا منشورة فى الدوريات العلمية المحلية والعالمية. حصل على جائزة الدولة التشجيعية ووسام العلوم والفنون من الطبقة الأولى (أكاديمية البحث العلمى - مصر)، والجائزة الأولى لندوة الثقافة والعلوم (دبى). وأربع جوائز عن التأليف العلمى الزراعى (وزارة الزراعة - مصر).

* أصدرت له الدار العربية للنشر والتوزيع الكتب التالية.

● فى مجال إنتاج الخضر: أساسيات إنتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعات المكشوفة والمحمية - إنتاج محاصيل الخضر.

● فى مجال تربية النبات: أساسيات تربية النبات - تربية محاصيل الخضر - تربية النباتات لمقاومة الأمراض والآفات.

● سلسلة العلم والممارسة فى العلوم الزراعية: تكنولوجيا الزراعات المحمية (طبعات ١٩٨٨. و ١٩٩٠) - الطماطم - البطاطس - البصل والثوم - القرعيات - الخضر الثمرية - الخضر الجذرية والورقية والزهرية - الخضر الثانوية.

● سلسلة "العلم والممارسة لإنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية": أساسيات إنتاج الخضر فى الأراضى الصحراوية - إنتاج خضر المواسم الدافئة والحارة فى الأراضى الصحراوية - إنتاج خضر المواسم المعتدلة والباردة فى الأراضى الصحراوية - إنتاج وفسيولوجيا وإعتماد بذور الخضر.

● سلسلة "محاصيل الخضر: تكنولوجيا الإنتاج والممارسات الزراعية المتطورة": الطماطم: تكنولوجيا الإنتاج والفسيولوجى والممارسات الزراعية والحصاد والتخزين - الطماطم: الأمراض والآفات ومكافحتها - إنتاج البطاطس - إنتاج البصل والثوم - القراعيات: تكنولوجيا الإنتاج والفسيولوجى والممارسات الزراعية والحصاد والتخزين - القرعيات: الأمراض والآفات ومكافحتها - إنتاج الفلفل والباذنجان - إنتاج الخضر البقولية - إنتاج الفراولة.

* ويصدر قريبًا بمشيئة الله: إنتاج الخضر الورقية والزهرية والثمرية - إنتاج الخضر الجذرية والدرنية - إنتاج الخضر الثانوية التقليدية (جزآن).